

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет

Кафедра виробництва приладів

«На правах рукопису»
УДК 615.837.3:616.12

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

«__» грудня 2019 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

**зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
на тему: «Динамічні зміни параметрів електрокардіограми у різних
функціональних станах»**

Виконала:

студентка II курсу, групи ПБ-82мп

Грузинська Олександра Тимурівна

Керівник:

Доцент, к.т.н., доцент, Терещенко М. Ф.

Консультант з розроблення стартап-проекту:

Доцент, к.е.н., доцент, Бояринова К. О.

Консультант з експериментального розділу:

директор НМЦ «Мединтех», к.т.н. Чухраєв М. В.

Рецензент:

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.
Студентка _____

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Приладобудівний факультет
Кафедра виробництва приладів

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність : 151.01 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма (спеціалізація): Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва приладів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис)

(ініціали, прізвище)

« ____ » вересня 2019р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Грузинській Олександрі Тимурівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема дисертації: Динамічні зміни параметрів електрокардіограми у різних функціональних станах

науковий керівник Терещенко Микола Федорович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «04» листопада 2019 р. № 3848-с

2.Термін подання студентом дисертації 09 грудня 2019 р.

3.Об'єкт дослідження: електрична активність серця та серцево-судинної системи

4.Вихідні дані: розширена система відведень ЕКГ, різні методи зняття ЕКГ.

5.Перелік завдань, які потрібно розробити: 1) Огляд та аналіз сучасних методів вимірювання електрокардіограми (ЕКГ), класифікація методів зняття ЕКГ 2) Параметри вимірювання електрокардіограми, 3) Електрокардіографічні відведення, 4) Розробка методики та експериментальної установки для комплексної діагностики та візуалізації тканини серця людини; 5) Проведення експериментальних досліджень з вимірювання сигналів електрокардіограми з

каналів перикарду та каналів серця; 6) Обробка та аналіз отриманих результатів;
7) Розробка стартап – проекту; 8) Висновки.

6.Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу: Методи зняття ЕКГ, основні параметри ЕКГ, таблиця порівнянь методів зняття ЕКГ, експериментальна установка, електроди відведень, результати експериментів, структурна схема комплексної системи візуалізації стану людини.

7.Орієнтовний перелік публікацій: стаття, 2 тези, патент України.

8.Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Експериментальний	Чухраєв М. В. к.т.н., директор НМЦ «Мединтех»		
Розроблення стартап-проекту	Бояринова К.О., к.е.н., доцент		

9.Дата видачі завдання вересня 2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Огляд літературних джерел	03.09.2018-09.09.2018	
2	Постановка задачі дослідження	10.09.2018-12.09.2018	
3	Розробка моделі	13.09.2018-27.09.2018	
4	Розробка експериментальної установки	28.09.2018-11.10.2018	
5	Проведення експериментів	12.10.2018-25.10.2018	
6	Обробка результатів	26.10.2018-08.11.2018	
7	Підготовка ПЗ	09.11.2018-01.12.2018	
8	Презентація	02.12.2018	

Студент

(підпис)

О.Т. Грузинська

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

М. Ф. Терещенко

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Обсяг роботи: ст. 99

Кількість ілюстрацій: 28.

Кількість таблиць: 43.

Кількість джерел за переліком посилань: 51

Актуальність теми

Захворювання серця – один із прикладів патології, перебіг та результат якої залежить від вчасності звернення до лікаря, постановки правильного діагнозу і початку лікування. Невтішна статистика поширеності серцево-судинних захворювань у світі показує, що вдосконалення методів електрокардіографії та власне електрокардіографічних апаратів є одним з найголовніших завдань сучасної медицини. Для правильного трактування ЕКГ необхідно мати чіткі уявлення про просторових процесах формування сигналів електричного поля в клітинах міокарда та серця в цілому. ЕКГ - простий та інформативний метод обстеження, що полягає у записі на носію чи реєстрації на моніторі електричної активності серця. Це дозволяє діагностувати різні види патології серця.

За допомогою електрокардіографії можливо: визначити водій ритму серця (синусовий, вузловий та ін.), визначити частоту серцевих скорочень (ЧСС), виявити порушення провідності - синоатріальну (СА) блокаду, атріовентрикулярну (АВ) блокаду, блокади ніжок пучка Гіса, виявити порушення ритму - позачергові серцеві скорочення (екстрасистоли), фібриляції передсердь (або миготливої аритмії), тріпотіння передсердь, вузловий тахікардії (АВУРТ), синдрому WPW, та отримати інформацію про наявність чи відсутність у людини серцево-судинних захворювань. Завдання сьогодення – це створення комплексного способу діагностики та візуалізації тканин серця людини шляхом розміщення першого відведення при реєстрації електрокардіограми по черзі в зонах зап'ястя на сигнальних точках каналу перикарда, легень і серця, задля отримання сигналів безпосередньо з цих каналів..

Мета дослідження – встановити закономірність і проаналізувати сигнали, отримані з каналів серця та перикарду при новій системі електрокардіографічних відведень .

Завдання дослідження:

- a. Огляд, аналіз та класифікація методів електрокардіографії;
- b. Модель комплексної діагностики та візуалізації тканин серця людини;
- c. Проведення експериментів з отримання сигналів електричної активності серця за допомогою електродів вимірювання каналів перикарду на серця.

Об'єкт дослідження

Електрична активність серця та серцево-судинної системи.

Предмет дослідження

Методи та засоби зняття електрокардіограми та аналіз сигналів, отриманих з каналів серця, легенів та перикарду.

Методи дослідження

В роботі використані методи моделювання та методи статистичного аналізу, методи апроксимації отриманих значень, з метою встановлення аналітичної різниці при вимірюванні сигналів електрокардіограми зі звичайною системою електродів та електродів вимірювання сигналів з каналів перикарду, легенів та серця.

Методика реалізації поставлених задач

Поставлені задачі вирішуються методом моделювання та шляхом порівняння з результатами проведених експериментів над групою людей різної вікової категорії та статі, розробки математичної моделі та в подальшому порівнянні різних методів вимірювання електрокардіограми. Всі дані на основі яких проводились відповідні розрахунки з різних методів вимірювання електрокардіограми були проаналізовані, зібрані у табличний формат з побудовою графіків.

Наукова новизна одержаних результатів

Встановлена закономірність та відмінність електрокардіограм з нових та стандартизованих методик.

Зроблено порівняльний аналіз сигналів, отриманих шляхом вимірювання електричної активності серця стандартним шляхом, за допомогою стандартних електродів та шляхом вимірювання сигналів з каналів серця, перикарду, та легенів

Практичне значення одержаних результатів

1. Дослідження проводились по завданням цільової програми наукових досліджень НАН України «Матеріали для медицини і медичної техніки та технології їх отримання і використання» на 2017-2021 роки, затвердженої Постановою Президією НАН України №76 від 15.03.2017, та напрямам договору про співробітництво між ПБФ НТУУ «КПІ» та ТОВ НМЦ «Мединтех» №5/2014 від 10.07.2014 р.

2. Розроблено методику зняття електрокардіограм з меридіанів каналів серця, легенів та перикарда.

3. Отриманий **патент України 135026** на корисну модель «Спосіб комплексної діагностики та візуалізації тканин серця людини».

Апробація результатів дисертації

Результати досліджень отримані в даній магістерській дисертації були оприлюднені на:

1. 12 Міжнародна науково-технічна конференція «Приборостроение – 2019», 13-15 листопада 2019, Мінськ, Республіка Білорусь. Тема доповіді: «Метод электрокардиографического исследования с расширенными функциями в условиях стресса и депрессии»

2. 12 Міжнародна науково-технічна конференція «Погляд у майбутнє приладобудування», 15-16 травня 2019, Київ, Україна. Тема доповіді: «Метод електрокардіографічного дослідження з розширеними функціями».

3. 12 Міжнародна науково-технічна конференція «Новые направления развития приборостроения», 17-19 квітня 2019 Мінськ, Республіка Білорусь. Тема доповіді: «Дифференциальный электрокардиографический метод диагностики состояния сердца».

4. XV Науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень в приладобудуванні», 10-11 грудня 2019 р. – К. : ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Центр учбової літератури, 2019, на секційному засіданні, у доповіді «Динамічні зміни параметрів електрокардіограми у різних функціональних станах» були представлені результати дослідження ЕКГ по нових та стандартизованих.

Публікації

Результати проведених досліджень опубліковані в наступних роботах:

1. Грузинська О.Т., Терещенко М.Ф. МЕТОД ЕЛЕКТРОКАРДИОЛОГІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ З РОЗШИРЕНИМИ ФУНКЦІЯМИ / Збірник праць XII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 15-16 травня 2019 р. – К. : ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Центр учбової літератури. - 2019.-487 с., С. 298-301

2. А.Т. Грузинская, Н.Ф. Терещенко , «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРО-КАРДИОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ СЕРДЦА» на 12-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов 17-19 апреля 2019 *Новые направления развития приборостроения*, Минск, БНТУ, 2019, с. 18-19.

3. Грузинська А., Терещенко Н.Ф. МЕТОД ЭЛЕКТРОКАРДИОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ С РАСШИРЕННЫМИ ФУНКЦИЯМИ В УСЛОВИЯХ СТРЕССА И ДЕПРЕССИИ// Материалы 12 Международной научно-технической конференции "Приборостроение – 2019", г.Минск, Республика Беларусь. Сборник тезисов докладов / БНТУ. – 2019. – С. 111-112

4. Грузинська О.Т., Терещенко М.Ф., Динамічні зміни параметрів електрокардіограми у різних функціональних станах / Збірник праць XV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень в приладобудуванні», 10-11 грудня 2019 р. – К. : ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Центр учбової літератури. - 2019.-487 с., С. 326-329

5. Патент України №**135026** Спосіб комплексної діагностики та візуалізації тканини серця людини / Терещенко М Ф., Грузинська О.Т., Чухраєв М.В., Шевченко В.В., Яковенко І.О // опубл. в бюл. № 11, 2019 р. 10.06.2019 р Заявка №u 201900445 від 16.01.2019р.

ABSTRACT

Relevance of the topic. Heart disease is a prime example of pathology, the course and outcome of which depends directly on the timing of your visit to the doctor, timely diagnosis and the beginning of adequate treatment. Disappointing statistics show that the improvement of ECG methods and apparatus is one of the main tasks of modern medicine. For the correct interpretation of the ECG it is necessary to have a clear understanding of the spatial processes of formation of electric field signals in the cells of the myocardium and the heart as a whole. ECG is the simplest and, at the same time, extremely informative method of examination. An ECG is a recording or recording on the monitor of electrical activity of the heart that allows you to diagnose different types of heart pathology. According to the ECG it is possible to determine the heart rhythm driver (sinus, nodal, etc.), to determine the heart rate (HR), to detect conduction disturbances - sinoatrial (CA) blockade, atrioventricular (AV) blockade, blockage of legs of the bundle of GIs, to detect violations extraordinary cardiac output (extrasystole), atrial fibrillation (or atrial fibrillation), atrial flutter, nodal tachycardia (AVURT), WPW syndrome, and information on the presence or absence of cardiovascular disease in humans. The task of the present is to create a comprehensive method for the diagnosis and imaging of human heart tissues by placing the first electrocardiogram recording alternately in the areas of the wrist at the signal points of the pericardial canal and the heart, which will allow to receive signals directly from the pericardial and heart canals.

The purpose of the master's thesis. The purpose of the study is to establish the pattern and to analyze the signals obtained from the channels of the heart and pericardium with the new system of electrocardiographic leads.

Task of the research.

- a. Review, analysis and classification of electrocardiography methods;
- b. Model of complex diagnostics and visualization of human heart tissues;
- c. Conducting experiments to obtain signals of electrical activity of the heart using electrodes measuring the channels of the pericardium to the heart.

Object of the research - electrical activity of the heart and cardiovascular system.

The subject of the research are methods and means of electrocardiogram removal and analysis of signals obtained from the heart and pericardium channels.

Research methods. The methods of modeling and methods of statistical analysis, methods of approximation of the obtained values are used in order to establish the analytical difference in the measurement of electrocardiogram signals with the usual system of electrodes and electrodes of measuring signals from the pericardium and heart channels.

The scientific novelty of the research is to identify the dependence of the depth of penetration of the pharmaceutical drugs into a biological object on the parameters of the ultrasound.

The experimental and theoretical parts of the work were supported by the Scientific center "Medical innovative technologies", Kyiv and the Department of Instrument Manufacturing, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute ", Kyiv, in the period 2017-2018.

Methods of realization. The set tasks are solved by the method of modeling and by comparison with the results of the conducted experiments on a group of people of different age and gender, the development of a mathematical model and in the subsequent comparison of different methods of electrocardiogram measurement. All the data on the basis of which the corresponding calculations from different methods of electrocardiogram measurement were carried out were analyzed and collected in a tabular format with graphing.

The practical significance of the results. The regularity and difference of electrocardiograms with new and standardized methods have been established. The comparative analysis of the signals obtained by measuring the electrical activity of the heart by the standard way, using standard electrodes and by measuring the signals from the channels of the heart and pericardium.

The practical significance of the results obtained

1. The researches were conducted on the tasks of the target program of scientific researches of the NAS of Ukraine "Materials for medicine and medical equipment and technologies of their receipt and use" for 2017-2021, approved by Resolution of the Presidium of the NAS of Ukraine No. 76 of 15.03.2017, and the directions of the

agreement on cooperation between PBF NTUU "KPI" and LLC NMC "Medintekh"
№5 / 2014 from 10.07.2014

2. A technique for removing electrocardiograms from the meridians of the heart and pericardial canals has been developed.

3. Patent for utility model "Method of complex diagnostics and imaging of human heart tissues" was obtained.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ABSTRACT	9
ЗМІСТ	12
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	14
ВСТУП.....	15
РОЗДІЛ 1. ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЯ ЯК МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВНОСТІ СЕРЦЯ.	17
1.1. Електрокардіографія як метод дослідження	17
1.2. Природа електричної активності серця.	17
1.3. Шлях розповсюдження електричного імпульсу по м'язовому волокну. ...	18
1.7 Принципи східної медицини. Метод електропунктури.	26
Висновки до розділу I та задачі дослідження	35
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ СЕРЦЯ.....	37
2.1 Методи дослідження стану серця.....	37
2.2 Класифікація та структура електрокардіографів	38
2.3 Аналіз ЕКГ	40
Висновки до 2 розділу	43
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ЗМІН ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ У РІЗНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СТАНАХ	44
3.1. Постановка задачі дослідження.....	44
3.2. Розробка методики проведення експерименту	45
3.3. Результати дослідження динамічних параметрів електрокардіограми	47
3.3. Результати дослідження динамічних змін параметрів ЕКГ	52
3.4. Розробка способу виміру електричної активності серця	59
Висновки до розділу 3	61

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ «СПОСІБ КОМПЛЕКСНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТКАНИН СЕРЦЯ ЛЮДИНИ».....	62
4.1. Опис ідеї проекту	62
4.2. Технологічний аудит проекту	69
4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	70
4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту	77
4.4. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	81
4.5. Виробничий план	84
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	91
ЛІТЕРАТУРА.....	93

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ТКМ – традиційна китайська медицина

ЕКГ – електрокардіограма

ЕКГс – електрокардіограма, знята з каналу серця

ЕКГп – електрокардіограма, знята з каналу перикарду

ЕКГл – електрокардіограма, знята з каналу легенів

АВ – атріовентрикулярний вузол

ЛП – ліве передсердя

ПП – праве передсердя

ПШ – правий шлуночок

ЛШ – лівий шлуночок

ЛНПГ – ліва ніжна пучка Гіса

ПНПГ – права ніжна пучка Гіса

ЕРС – електрорушійна сила

ЕМГ – електроміограма

aVF – грудне відведення від лівої ноги

aVR – грудне відведення від правої руки

aVL – грудне відведення від лівої руки

BBSH – бічна голівка біцепса брахії

ЕПДФ – електропунктурна діагностика Фолля

ВСТУП

Одним із найпоширеніших діагностичних методів у медичній практиці є реєстрація електричної активності серця - електрокардіографія. Це один із основних методів дослідження активності серця та діагностики захворювань серцево-судинної системи. Це незамінний метод для діагностики порушень ритму серця і провідності, ішемічної хвороби серця, він дає можливість точно говорити про локалізацію вогнищевих змін м'язової тканини серця, глибину ураження та час появи. За допомогою ЕКГ можна діагностувати дистрофічні та склеротичні зміни в міокарді.

У сучасному медичному приладобудуванні велику увагу приділяють вдосконаленню існуючих методик зняття електрокардіограми, базуючись на припущеннях, запропонованих ще Ейнтховеном – що тіло це гомогенний об'ємний провідник в центрі якого розташований єдиний диполь. Стандартна система відведень складається з трьох комбінацій: ліва рука – права рука (I), права рука – ліва нога (II), ліва рука – ліва нога (III).

У свою чергу, все більше уваги медичної спільноти прикуто до принципів східної медицини. Теорія меридіанів та акупунктурних точок останнім часом активно досліджується у наукових школах Китаю, Америки, Європейського Союзу, України, Росії та ін.

Згідно з теорією традиційної китайської медицини (ТКМ) на тілі людини знаходяться меридіани, які є прямими каналами до певних органів.. Ця теорія зараз активно досліджується, результати показують, що над поверхнею тіла дійсно існують певні лінії або сліди, що збігаються з ходом класичних меридіанів.

Ефективність підходів ТКМ активно досліджується у сфері серцево-судинних захворювань. Було доведено ефективність акупунктури, як одного з методів профілактики та лікування у ТКМ, при лікуванні первинної гіпотензії та есенціальної гіпертензії. Механізми голкорексфлексотерапії при лікуванні гіпотензії та гіпертонії полягають у тому, що голка в потрібний меридіан в потрібний час може змінити опір нервово-судинних пучків, щоб регулювати кровообіг. Як результат, або більше крові буде надходити в області ішемії або

ділянок ураження через колатеральну циркуляцію тіла; або до аневризми буде подано менше крові, щоб це не призвело до крововиливу.

Важливою перевагою голоковколювання є висока ефективність та часто відсутність побічних ефектів. При стенокардії також показана ефективність голкорексфлексотерапії: голкорексфлексотерапія не тільки покращує працездатність серця у пацієнтів із стенокардією, але й активізує авторегуляторні серцево-судинні механізми у здорових людей.

РОЗДІЛ I. ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЯ ЯК МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВНОСТІ СЕРЦЯ.

1.1. Електрокардіографія як метод дослідження

Електрокардіограма - графічне вираження змін у часі електричної активності серця. Сам метод, за допомогою якого відбувається графічна реєстрація різниці потенціалів електричного поля серця, що виникає при його діяльності називають електрокардіографією. За допомогою електрокардіографії проводиться оцінка та аналіз основних функцій серця: автоматизму, збудливості та провідності.

Електрокардіографи – прилади, що реєструють зміни різниці потенціалів між двома точками в електричному полі серця під час його збудження.

Вимірювання електрокардіограми проводиться у 12 відведеннях. Відведення – це реєстрація різниці потенціалів електричного поля серця з двох точок поверхні тіла. 12 відведень, за допомогою яких записують ЕКГ складаються з трьох двополюсних відведень – стандартних - та дев'яти однополюсних - трьох однополюсних посилених відведень від кінцівок і шести однополюсних грудних відведень.

Сучасні електрокардіографи відрізняються високим рівнем технічної досконалості та точності, та дозволяють проводити як одноканальний так і багатоканальний запис електричної активності серця [1, 2].

1.2. Природа електричної активності серця.

Механізм виникнення електричного імпульсу у серцевому м'язі полягає у переміщенні через зовнішню мембрану клітини міокарду іонів калію, натрію, кальцію, хлору та ін. Клітинна мембрана, з точки зору електрохімії - це наповнена електролітом оболонка з вибірковою проникністю для різних іонів [1].

Розглянемо електричні явища, що пов'язані з діяльністю серця, прийнято на прикладі окремого м'язового волокна. Умовно його можна розділити на 5 фаз (0-5):

Нульова фаза - різка деполяризація: швидка деполяризація починається після досягнення мембранного потенціалу певного порогу (приблизно від -70 до -60 мВ). Це призводить до активації натрієвих каналів та швидкого припливу Na^+ та відповідного швидкого збільшення потенціалу дії.

Перша фаза - рання різка реполяризація: відразу після швидкої відбувається рання швидка реполяризація – початкове відновлення вихідного заряду мембран за рахунок різноманітних іонних потоків.

Друга фаза - плато: фаза плато являє собою рівний приплив та витік іонів у клітину або поза нею, що створює стабільний мембранний потенціал. Ця фаза плато переважно спостерігається в потенціалі дії шлуночків. Повільний вихід іонів калію з клітини та вхід іонів кальцію.

Третя фаза - кінцева різка реполяризація: Кінцева реполяризація в основному викликається інактивацією Ca^{2+} каналів, зменшуючи приплив позитивних іонів. Продовжується реполяризація мембрани.

Четверта фаза – спонтанна діастолічна деполяризація: під час 4 фази дії потенціал внутрішньоклітинної та позаклітинної концентрації іонів відновлюється. Залежно від типу клітин потенціал мембрани спокою становить від -50 до -95 мВ. Синусовий вузол і АВ вузлові клітини мають більш високий потенціал мембрани у стані спокою (від -50 до -60 мВ та від -60 до -70 відповідно) порівняно з передсердними та шлуночковими кардіоміоцитами (від -80 до -90 мВ) [3].

1.3. Шлях розповсюдження електричного імпульсу по м'язовому волокну.

Генераторами електричного імпульса серця в нормі є Р-клітини синоатріального вузла, адже вони мають найвищий рівень автоматизму. Автоматизм – це здатність міокарда (м'язового волокна серця) ритмічно скорочуватись без впливу зовнішніх подразників, лише від імпульсів, що виникають у самому м'язовому волокні (здатність міокарда до спонтанної діастолічної деполяризації).

Серце – це своєрідний насос, керований електричним імпульсом. Зазвичай електричне збудження серця починається в синусовому (синоатріальному) вузлі. Він розташований в правому передсерді (ПП) біля гирла верхньої порожнистої вени. Цей вузол складається зі спеціалізованих клітин, здатних автоматично виробляти електричний імпульс. Від синусового вузла імпульс поширюється на ПП, а потім на ліве передсердя (ЛП). У нормі саме синусовий вузол є водієм ритму серця. Перша стадія активації серцевого м'яза - електричне збудження ПП і ЛП. Це, в свою чергу, сигнал для скорочення передсердь, які одночасно забезпечують надходження крові через тристулковий та мітральний клапани в правий шлуночок (ПШ) і лівий шлуночок (ЛШ). Далі електричний імпульс поширюється на спеціалізовану провідну тканину в атріовентрикулярному (АВ) з'єднанні, яке включає АВ вузол і пучок Гіса. Після цього імпульс переходить на ліву ніжку пучка Гіса (ЛНПГ) і праву ніжку пучка Гіса (ПНПГ), а потім до міоцитах шлуночків.

АВ-з'єднання - своєрідний електричний «міст», що з'єднує передсердя і шлуночки. Він розташований в міжпередсердній перегородці і поширюється на міжшлуночкову перегородку. Верхня (проксимальна) частина АВ-з'єднання - АВ-вузол (іноді терміни «атріовентрикулярний вузол» і «атриовентрикулярно з'єднання» використовують як синоніми). Нижню (дистальну) частину АВ-з'єднання називають пучком Гіса по імені описав його фізіолога. Пучок Гіса ділиться на дві частини: праву ніжку, по якій імпульси надходять до ПЖ, і ліву ніжку, по якій імпульси надходять до ЛШ.

Електричний імпульс одночасно поширюється по ЛНПГ і ПНПГ на міокард шлуночків за допомогою спеціалізованих проводять клітин (волокон Пуркінє), які розташовані в міокарді шлуночків. Пучок Гіса, його гілки і відходять від них волокна відносять до системи Гіса-Пуркінє. У нормі АВ-вузол і система Гіса-Пуркінє - єдиний шлях, по якому електричний імпульс проходить від передсердь до шлуночків. Порушення проведення імпульсу по цих структурах призводить до АВ-блокаді. У нормі, коли збудження серця починається в синусовому вузлі (нормальний синусовий ритм), АВ-з'єднання передає електричний імпульс на шлуночки. Однак при деяких обставинах АВ-

з'єднання може діяти як незалежний водій ритму серця (наприклад, якщо функція синусового вузла порушена, воно може стати джерелом ектопічного ритму). У таких випадках замість синусового ритму виникає ритм АВ-з'єднання, що добре видно на електрокардіограмі. Поширення електричних імпульсів по передсердях призводить до скорочення передсердь, а поширення по шлуночках - до скорочення шлуночків. В результаті кров надходить до легенів і в системний кровотік. Скорочення серця після його електричного збудження можна розглядати як електромеханічне спряження. В основі цього механізму лежить надходження іонів кальцію в міоцити передсердь і шлуночків при поширенні електричного імпульсу. ЕКГ здатна реєструвати лише досить потужні електричні імпульси, що виробляються при скороченні клітин міокарда. Сигнали меншої амплітуди, що подаються синусовим і АВ-вузлами, таким шляхом не виявляється. Процес деполяризації області пучка Гіса можна вивчати тільки внутрисердечно за допомогою спеціальних електрофізіологічних досліджень серця [4, 15].

1.4. Електрокардіографічні відведення. Трикутник Ейнтховена. Закон Ейнтховена.

Стандартні відведення - це двополюсні відведення від кінцівок, запропоновані Ейнтховеном, що фіксують різницю потенціалів між двома точками, віддаленими від серця та розміщеними у фронтальній площині – на кінцівках, та позначені римськими цифрами I, II, III. Для їх запису електроди накладають на ліву руку, праву руку та ліву ногу. На праву ногу поміщають електрод, що слугуватиме заземленням.

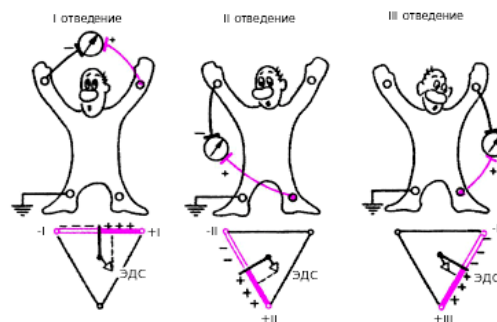


Рисунок 1.1. – Формування трьох стандартних електрокардіографічних відведень від кінцівок. Внизу – трикутник Ейнтховена, кожна сторона якого це вісь того чи іншого стандартного відведення.

При реєстрації стандартних відведень порядок підключення до електрокардіографа відбувається наступним чином:

- I відведення - права рука (негативний електрод) - ліва рука (позитивний електрод);
- II відведення - права рука (негативний електрод) - ліва нога (позитивний електрод);
- III відведення - ліва рука (негативний електрод) - ліва нога (позитивний електрод);

Стандартні та посилені однополюсні відведення від кінцівок дозволяють зареєструвати зміни електрорушійної сили (ЕРС) серця у фронтальній площині – в площині, у якій розташований трикутник Ейнтховена. У свою чергу Гольдбергом було запропоновано посилені однополюсні відведення від кінцівок (aVR, aVL, aVF). aVR – відведення від правої руки, aVL – відведення від лівої руки, aVF – відведення від лівої ноги. Як і двополюсні відведення, вони реєструють різниця потенціалів у фронтальній площині. Позитивний електрод закріплюється на відповідній кінцівці; а функцію негативного виконує об'єднаний електрод Гольдбергера. Цей електрод, з'єднуючи дві інші кінцівки, стає нейтральним. На негативний полюс електрокардіографа подається сумарний потенціал з двох вільних від активного електрода кінцівок. Ці відведення реєструють різницю потенціалів між однією з кінцівок і середнім потенціалом двох інших. Лінії цих відведень у трикутнику Ейнтховена з'єднують вершини його з серединами протилежних ліній відведень.

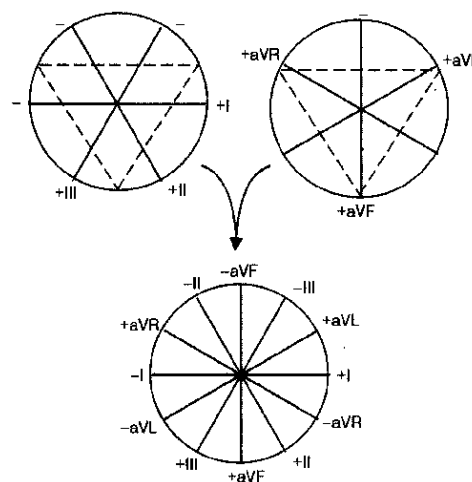


Рисунок 1.2. – Формування шестиосьової системи координат

Для того, щоб більш наглядно та точно можна було представити різноманітні відхилення ЕРС серця була запропонована шестиосьова система координат за Бейлі. Для того, щоб її представити, потрібно розмістити в просторі осі 6 відведень так, щоб вони пройшли через центр трикутника Ейнтховена. Шестиосьова система координат формується при об'єднанні трьохосьової системи стандартних відведень з осями посилених відведень, в якій осі суміжних відведень поділяються кутами в 30° . Кожна з цих осей теж складається з позитивного і негативного відрізків: перший звернений до активного електроду, другий є його уявним продовженням у зворотний бік.

Електрокардіографічні відхилення в різних відведеннях від кінцівок можна розглядати як проекції однієї і тієї самої ЕРС на осі різних відведень. Тому це дозволяє максимально точно визначати величину та напрямок вектора ЕРС серця у фронтальній площині.

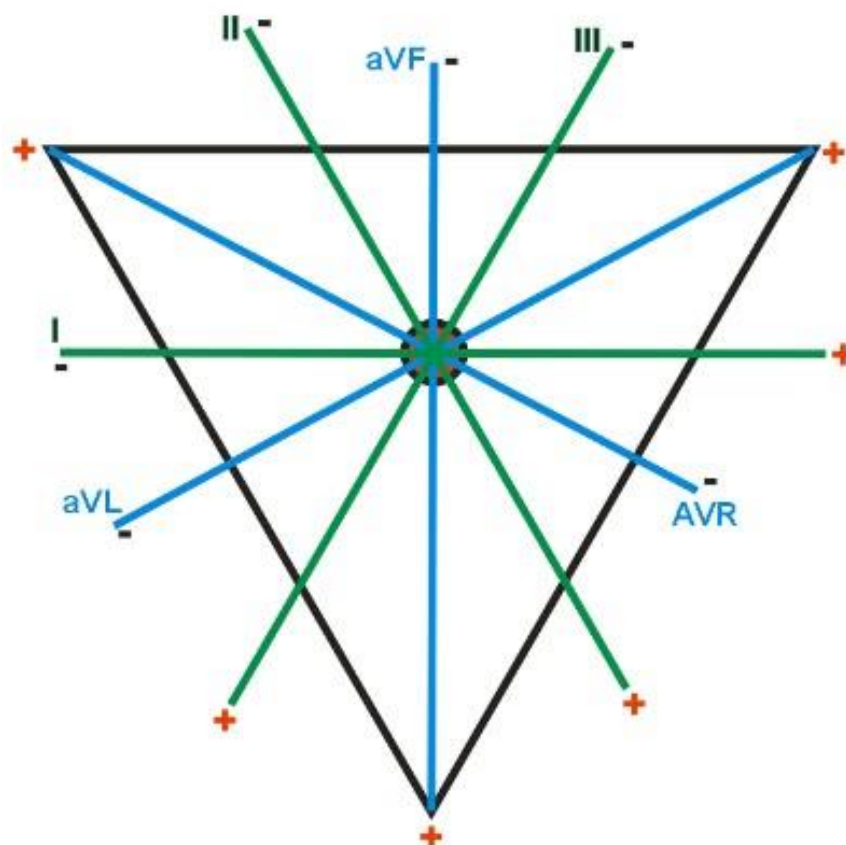


Рисунок 1.3. – Схема шестиосьової системи Бейлі

Всі 6 відведень від кінцівок складають єдину систему: вони відображають зміни сумарного вектора серця у фронтальній площині, тобто відхилення його вгору або вниз, вліво або вправо.

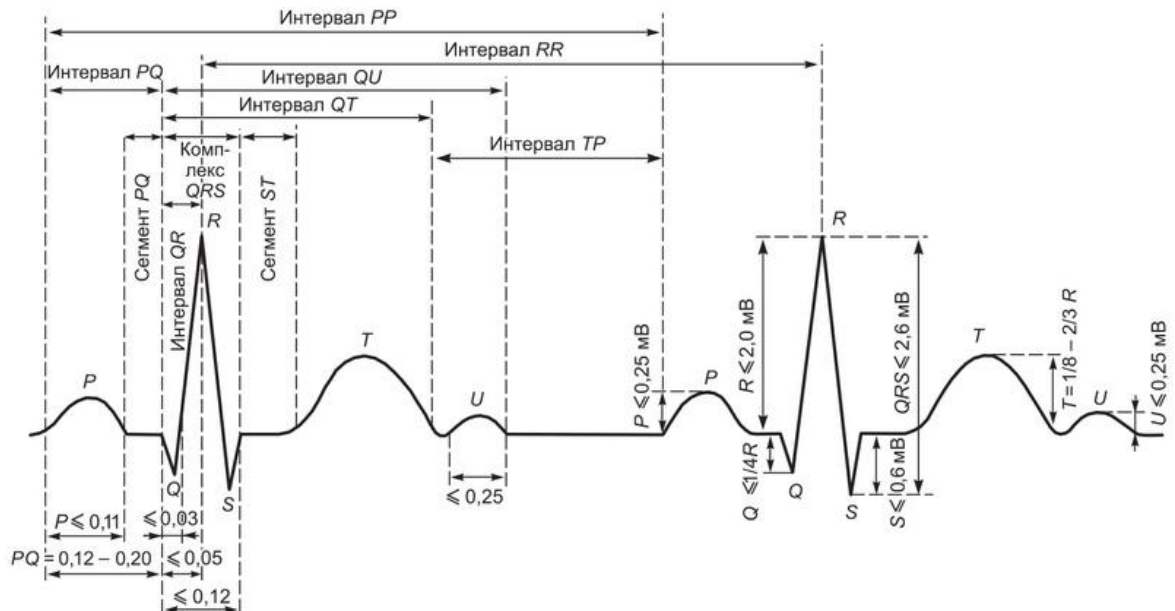


Рисунок 1.4. – Структура формування ЕКГ-сигналу

Хоча відведення від кінцівок відображають динаміку сумарної ЕРС серця в цілому, проте практичне застосування їх показало, що відведення I і aVL переважно виявляють ознаки гіпертрофії лівих камер серця і вогнищеві зміни міокарда в передній і бічній стінках лівого шлуночка; відведення III і aVF – виявляють ознаки гіпертрофії правих камер і вогнищеві зміни міокарда задньонижньої стінки лівого шлуночка.

Грудні відведення - це однополіусні відведення, запропоновані Вільсоном. Вони реєструють різницю потенціалів між активним (позитивним) електродом, поміщеним у строго певні точки на грудній стінці і (негативним) об'єднаним електродом Вільсона. Останній утворюється при з'єднанні трьох кінцівок (правої руки, лівої руки і лівої ноги) і має потенціал, близький до нуля. Грудні відведення позначають буквою V із зазначенням номера позиції активного електрода, позначеного арабською цифрою.

Позиції активного електрода при записі грудних відведень:

- V1 - IV міжребер'я біля правого краю грудина;
- V2 - IV міжребер'я біля лівого краю грудина;
- V3 - між позиціями V2 і V4;
- V4 - у V міжребер'ї по лівій середіноключічній лінії;
- V5 – на тому ж горизонтальному рівні, що V4 по лівій середній пахвовій лінії

- V6 - на тому ж горизонтальному рівні, що V4 і V5 по лівій середній пахвовій лінії.

Позитивна частина осі кожного грудного відведення утворюється лінією, що з'єднує електричний центр серця з місцем розташування активного електрода. Продовження її за електричний центр становить негативну частину осі відведення.

Грудні відведення реєструють зміни ЕДС серця переважно в горизонтальній площині. Відведення V1-V2, наближені до правих відділів серця, називаються правими грудними і більш чутливі до змін електричних процесів. правому передсерді. Відведення V5-V6, розташовані ближче до лівого шлуночка, тому переважно відображають зміни в цьому відділі серця. При осередковому ураженні зони передньої перегородки лівого шлуночка відбуваються зміни у відведеннях V1-V3, області верхівки - у відведенні V4 і передньо-бічної стінки шлуночка у відведеннях V5-V6.

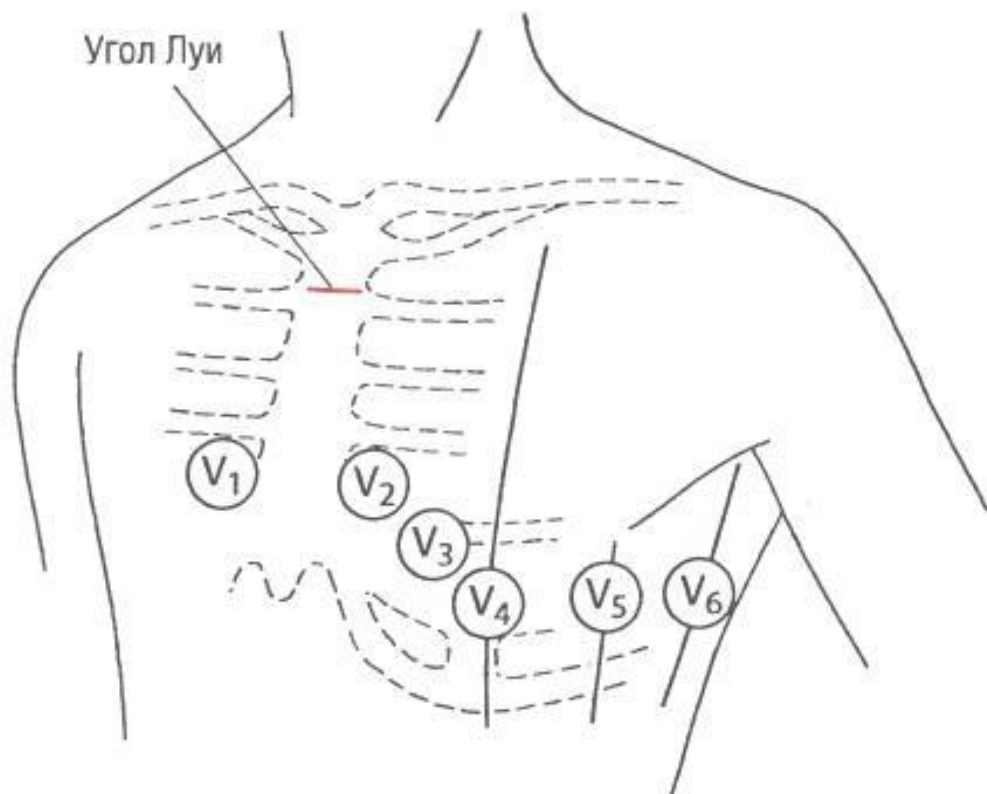


Рисунок 1.5. – Грудні відведення

Можливості електрокардіографії можуть бути істотно розширені реєстрацією додаткових відведень. Необхідність в них виникає при недостатній інформативності 12-ти загальноприйнятих відведень. Додаткові відведення

використовуються за певними показаннями: у діагностиці задньо-базальних і задньо-бокових інфарктів міокарда надзвичайно корисними можуть виявитися ліві грудні відведення V7-V9. Для запису цих відведень активний електрод встановлюється відповідно по задній пахвовій, лопатковій і паравертебральній лініях на горизонтальному рівні електродів V4-V6.

Методика реєстрації додаткових грудних відведень відрізняється від методики запису 6 загальноприйнятих відведень лише розміщенням активного електрода на поверхні грудної клітки. Об'єданий електрод Вільсона використовується у якості електроад, що з'єднаний з негативним полюсом електрокардіографа.

Серед додаткових електродів розрізняють:

- V7 - V7 – активний електрод встановлений по задній пахвовій (V7), лопатковій (V8), та паравертебральній (V9) лініях.
- V3R – V6R - активний електрод розміщений в правій половині грудної клітки, симетрично до V3 – V6.

У клінічній практиці також широке поширення одержали відведення за Небом. У цьому випадку, електрод, який звичайно поміщають на праву руку – поміщають у друге міжребер'я правого краю грудини, електрод з лівої ноги – поміщають в позицію V4 грудного відведення, а електрод з лівої руки – по задній пахвовій лінії та тому ж горизонтальному рівні, що й зелений електрод. Відведення Dorsalis (D) - активний електрод поміщається на рівні верхівки серця по задній пахвовій лінії, негативний електрод - в II міжребер'ї біля правого краю грудини (що відповідає I стандартному відведенню). Відведення Anterior (A) – відповідає II стандартному відведенню. Відведення Inferior (J) - відповідає III стандартному відведенню.

Відведення за Небом застосовуються для діагностики вогнищевих змін міокарда в області задньої стінки (відведення D), передньо-бічної (відведення A) і верхніх відділів передньої стінки лівого шлуночка (відведення J).

Електричною віссю серця (ЕВС) називають сумарний вектор деполяризації шлуночків, який утворюється при додаванні численних ЕРС, що виникають при збудженні міокарда. У нормі положення ЕВС близько до його анатомічної осі,

тобто орієнтоване справа наліво і зверху вниз. У здорових людей положення ЕВС може варіюватися в певних межах, залежно від положення серця в грудній клітці. Положення ЕВС визначається ступенем відхилення її від лінії горизонту (відповідає осі І стандартного відведення), позначається як кут α і розраховується в градусах [5, 17].

1.7 Принципи східної медицини. Метод електропунктури.

Останнім часом зростає цікавість до традиційної китайської народної медицини. Стало очевидним, що обидві медичні системи: західної та традиційної китайської медицини, є не антагоністичними, а навпаки – комплементарними одне одному. Важливим аспектом проблеми об'єднання можливостей традиційної китайської медицини та західної медицини є виявлення місця методів діагностики та лікування серед існуючих методів західної медицини. Основною відмінністю західної медицини від традиційної китайської є пріоритетність лікування хвороби у першому випадку, та хворого у другому.

Згідно теорії китайської медицини, в організмі людини є 12 регулярних меридіанів, кожен меридіан відноситься до певного внутрішнього органу. Коли певну гостру точку стимулюють голкою для голковколювання, відповідний внутрішній орган може ефективно регулюватися у функціональній діяльності за допомогою меридіана, особливо при патологічному стані. Однак регульований фізичний вплив на внутрішній орган, безумовно, не є абсолютним, на деякі органи можуть впливати одночасно. Саме тому комбінація методів китайської народної медицини з західною та їх дослідження зможе дати можливість побачити всю картину перебігу хвороби.[6, 16].

Фундаментальні філософські концепції можуть бути математизовані з точки зору сучасних динамічних систем. Ці основні поняття будуть застосовані до ТКМ та голковколювання. Давньокитайська природна філософія та ТКМ були сфокусовані переважно на колективній взаємодії різноматніних циклів. Зрозуміло, що через брак математичної техніки кількісний опис циклів був у

стародавні часи неможливим. В якості замітника були винайдені термінові якісні терміни для опису складної поведінки динамічних систем [7].

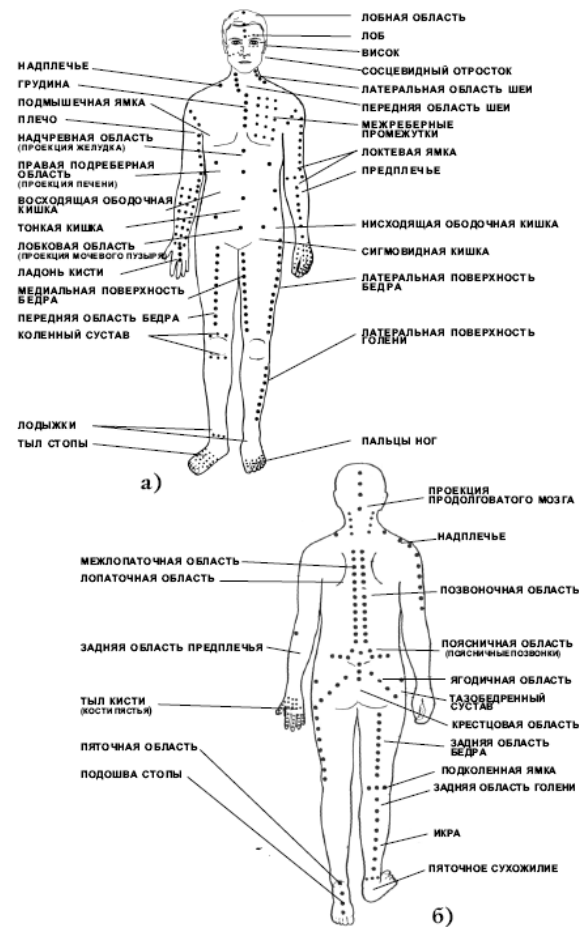


Рис 1.6. – Біологічно активні точки на тілі людини

У традиційній китайській медицині (ТКМ) акупунктура застосовується для лікування різних захворювань та фізіологічних збоїв у клінічній практиці вже понад 2500 років. Завдяки своїй ефективності акупунктура була рекомендована Всесвітньою організацією охорони здоров'я в 1980 році як ефективна альтернативна терапія 43 різних розладів. За останні кілька десятиліть були запропоновані різні теорії меридіанової системи та механізмів, щоб пояснити, як може працювати акупунктура. Добре відомо, що основні поняття ТКМ походять із давньокитайської натурфілософії [19, 20].

Добре відомо, що організм людини є ієрархічним організмом, що складається з багатьох рівнів взаємопов'язаних фізіологічних систем. У роботі [8] було досліджено вплив магнітоелектричного ефекту на організм згідно з теорією ТКМ, та було доведено, що саме він є найшвидшим, оскільки для

отримання значних нервово-судинних змін у всьому організмі потрібно лише десятки секунд. Потім сліднують вторинні біохімічні зміни приблизно через десятки хвилин після голковколювання. Нарешті, третинні ендокринні зміни будуть виявлені лише через кілька днів або тижнів.

Отже, людське тіло є ієрархічним не лише за будовою та функцією, а й за простором і часом. Щоб діагностувати та лікувати захворювання такої складної ієрархічної системи, варто підходити до цього з іншої точки зору – більш цілісною та інтегративною, що підкреслює колективну поведінку внутрішніх циклів організму та їх властивостей.

Першим кроком для досягнення цієї мети є збір як зовнішньої, так і внутрішньої інформації пацієнтів.

Чотири основні методи отримання такої інформації такі:

- (1) візуальний огляд зовнішньої поведінки та тілесних рухів пацієнта;
- (2) аускультативно-нюхові дослідження голосу, запаху та запахів пацієнта;
- (3) прямий діалог з пацієнтами щодо внутрішніх почуттів болю, апетиту, безсоння, звичок життя тощо;
- (4) залучена пальпація периферичних артеріальних імпульсів пацієнта, що містять інформацію про серце та інші внутрішні вісцеральні органи.

Після збору фізіологічної та психологічної інформації щодо симптомів або синдрому пацієнта лікарям ТКМ необхідно зрозуміти діагноз. Для опису станів пацієнта були розроблені інтегративні, але стислі описи, такі як дефіцитна ци, надмірна ци, дефіцитна кров, надмірна кров тощо. Однак, через брак сучасних пристроїв запису, більшість зібраної фізіологічної та психологічної інформації не можна було кількісно оцінити та проаналізувати.

Як результат, ці інтегративні описи трактуються як ненаукові і не можуть бути виправдані з сучасної лікарської точки зору. На щастя, останні досягнення в сучасних пристроях запису дозволяють почати записувати деякі фізіологічні дані та інтерпретувати їх з точки зору інтегративного опису.

Для ілюстрації скористаємось прикладом згинання ліктьових суглобів людини. Для вивчення колективної поведінки ритмічних взаємодій використовуються м'язи в передній частині руки, включаючи коротку голівку

біцепса брахії (BBSH), довгу голівку біцепса брахії, брахіаліс, бічну головку трицепса і довгу головку трицепса. Спочатку електроніометр (SG110, ТОВ «Біометрія», Каліфорнія, США) закріплюється на бічних сторонах передпліччя для вимірювання кута згинання. Поверхневі електроміограми (ЕМГ) вищезгаданих м'язів збираються та оцифровуються системою MP150 (Віорас Інс., США).

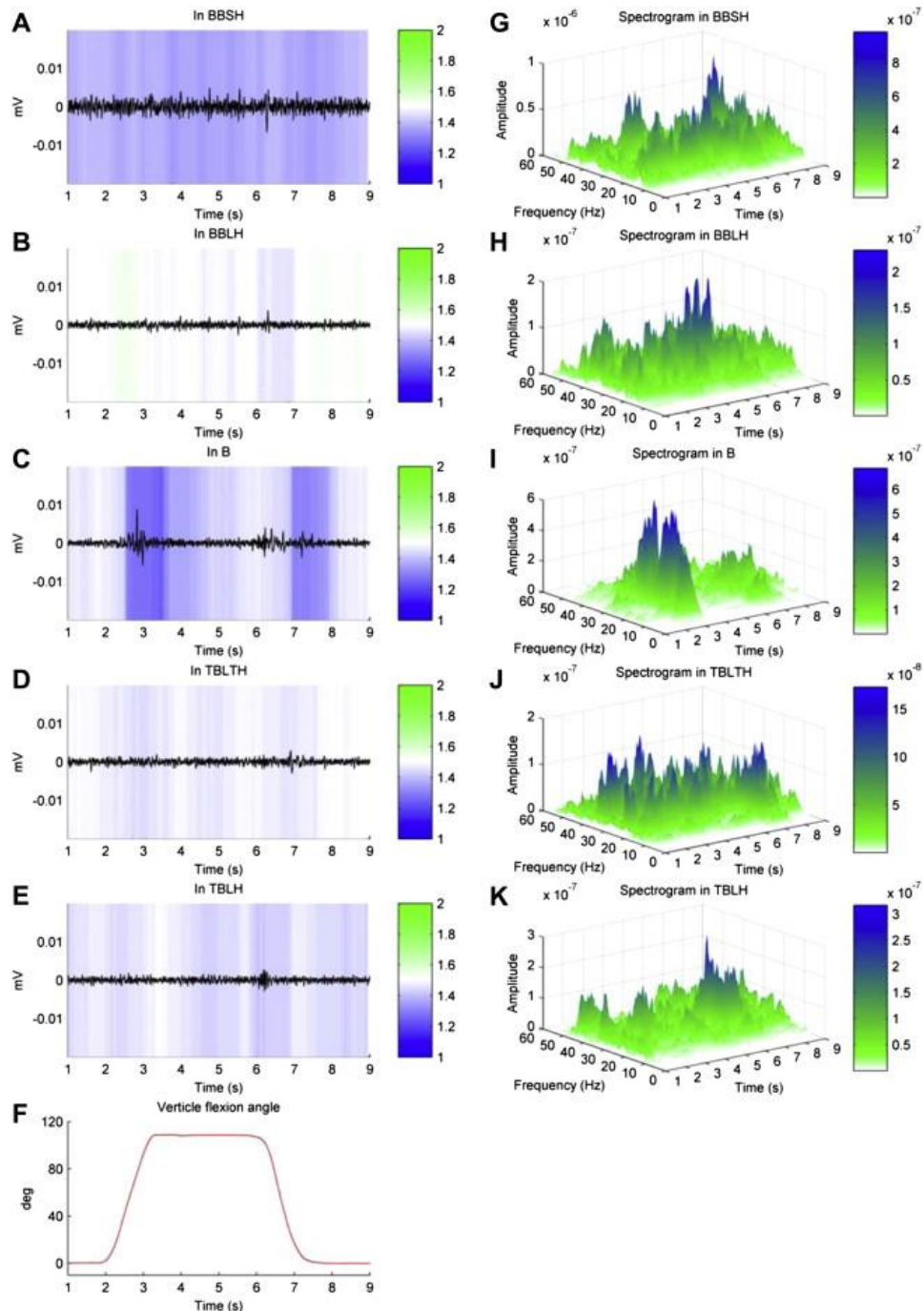


Рисунок 1.7 – Поверхневі ЕМГ (електроміограми)

Всі ЕМГ поверхонь зображені на рисунку 1.7. Наприклад, на рис. 1А активність ЕМГ чорної поверхні належить до BBSH, а темно-синіх паттернів (з FDs приблизно 1,2–1,3) в межах 2–3,5 секунди відповідають нормальному

згинанню BBSH. Тоді, світло-сині паттерни (з FDs в межах 1,4–1,5) в діапазоні 3,5–6 секунд відповідають ізометричному скороченню положення утримування.

Нарешті, сині паттерни в діапазоні 6–7,5 секунд відповідають періоду плавного опускання передпліччя. Спектральні частоти BBSH проілюстровані на рис. 1G. Три високі пікові значення розташовані приблизно в межах 24 Гц, 27 Гц і 34 Гц відповідно. Аналогічно, поверхнева ЕМГ-активність та спектрограми довгої головки біцепса брахії, брахіаліса, бічної головки трицепсів та довгої головки трицепсів представлені на рис. 1В – Е та Н – К відповідно. Під час вольового згинання ПД цих п'яти груп м'язів у цей період було змінено на <1,5. Цей результат видно з рис. 1А – Е, оскільки кольори кольорів змінилися від зеленого або світло-синього до синього.

Крім того, у межах 2-3-3 секунд усі ці п'ять груп плечових м'язів синхронізуються за частотами навколо трьох піків - 24 Гц, 27 Гц та 34 Гц. У світлі теорії китайської медицини РС6 і SP4 - це дві збіжні акупункти восьми меридіанів. РС6, точка меридіана перикарда, часто застосовується для лікування серцебиття. SP4 - точка селезінкового меридіана, часто застосовується для лікування гастралгії, блювоти, болю в животі, діареї та ін. Ці два акупункти, які застосовуються разом, можуть добре функціонувати при зупиненні розладів серця та шлунково-кишкового тракту, але пов'язаних з ними експериментальних досліджень, незважаючи на часте використання в клінічній практиці, досить мало.

Результати цього дослідження показують, що після акупунктури амплітуда і частота повільних хвиль ЕКГ значно зменшилися і далі зменшилися в модельній групі. Амплітуда повільних хвиль ЕКГ у трьох групах повернулася до базового рівня через 30 хв. Не було виявлено суттєвої різниці в амплітуді повільних хвиль ЕКГ серед трьох груп. Через двадцять хвилин після акупунктури середня частота в групі SP4 помітно не відрізнялася від частоти у контрольній групі.

Було виявлено, що вплив точки SP4 на частоту повільних хвиль ЕКГ.

Було продемонстровано, що точки РС6 та SP4 можуть полегшити симптоми болю в животі, блювоти [18].

Добре зафіксовано, що вплив голкорефлексотерапії на регуляцію діяльності серця та шлунково-кишкового тракту включає нервову систему, ендокринну систему та багатоцільові мішені. Покращена мікроциркуляція та відповідна кількість виробництва NO можуть бути одним із важливих факторів. NO, мікромолекулярний газ, синтезується з l-аргініну під каталізом NO-синтази і може активувати гуанілатциклазу клітин та здійснювати біологічний вплив через отриманий cGMP.

Безперервне базальне вивільнення NO дуже важливе для підтримки стабільного стану діастолі та базового напруги коронарної артерії та регулювання артеріального тиску та перфузії крові міокарда.

У великій кількості наукових досліджень було отримано результати, що підтверджують взаємозв'язок впливу на акупунктурні точки та реакцію організму:

- Було проведено спостереження і доведено, що точка PC6 може регулювати вміст білка-мембрани тромбоцитів α в плазмі крові та вміст тромбоцитів у крові крові-та зменшити травмування міокарда у кроликів ішемії міокарда.

- Також, результати наукових досліджень говорять про те, що голкотерапія точок PC6, SP4 тощо може полегшити симптоми виразкової хвороби та підвищити рівень NO в плазмі. У щурів з ушкодженням слизової оболонки, спричинених алкоголем, вплив на точки PC6, SP4 може ефективно підвищувати вміст NO та епідемічного фактора росту тканини слизової шлунка, а також сприяти синтезу та вивільненню NO, таким чином захищаючи шлункову слизову від травм [8].

- Вплив на точки PC6 та SP4 може чинити подібний вплив на серцеву та шлункову діяльність. Вплив на одну точку може одночасно регулювати діяльність декількох внутрішніх органів. Отже, у клінічній практиці PC6 та SP4, що застосовуються у комбінації, застосовні для лікування як серцевих, так і шлункових розладів [9].

Електропунктура – метод, що базується на феномені підвищеної електропровідності біологічно активних точок (БАТ). Стан цих точок залежить

від зміни стану відповідних систем та органів, пов'язаних з цими точками. Вважається, що кожне з органо-тканинних утворень має власний електричний потенціал. Він обумовлений біохімічними та біофізичними процесами, що виникають на субклітинному, клітинному та органному рівнях. Цей потенціал є тією самою енергією, що циркулює по певним лініям тіла людини.

У 1950 р. японський лікар І. Nakatani (Накатані) описав метод електропунктурної діагностики функціонального стану меридіанів. Він засновувався на вимірюванні електричного опору шкіри у певних точках. Отримані лінії зниженого електрошкірного опору Накатані назвав ryodoraku (ріодораку - дослівно: лінія з хорошою електропровідністю).

Ці точки збігаються з точками класичних меридіанів тіла людини. Ліній ріодораку, як і меридіанів, 12. За Накатані, будь-які зміни у внутрішніх органах неодмінно відображаються на шкірі, саме тому меридіани діють як чутливі індикатори змін у тілі людини.

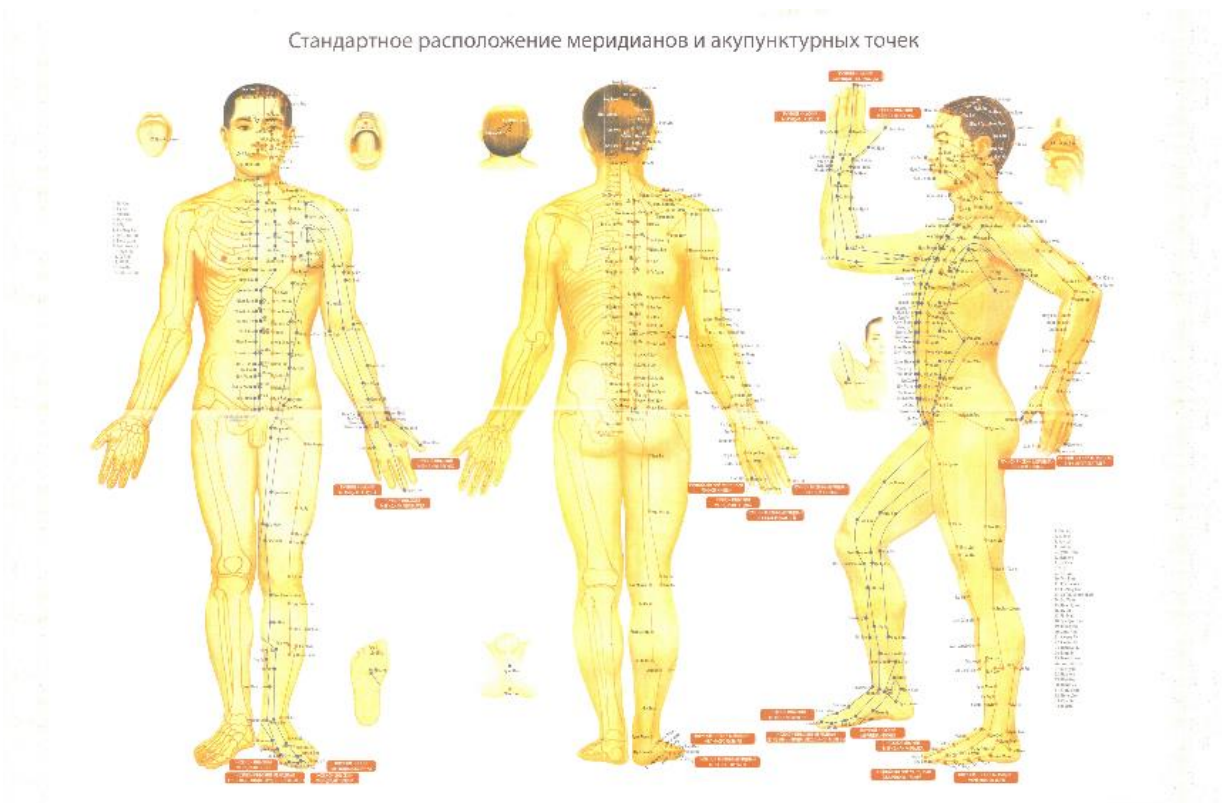


Рисунок 1.8. – Стандартне розміщення меридіанів та акупунктурних точок

Електропунктурна діагностика показана для:

- Інтегральної оцінки функціонального стану акупунктурних меридіанів, органів і систем організму;

- Динамічного спостереження за станом здоров'я;
- Визначення електропунктурного профілю основного і супутнього захворювань.

Проведення електропунктурної діагностики по І. Накатані протипоказано:

- При наявності у пацієнта імплантованого кардіостимулятора
- В стані гострого психічного збудження, алкогольного та наркотичного сп'яніння.

Перед проведенням обстеження пацієнт знімає взуття, шкарпетки, всі металеві предмети, а також прибирає індивідуальні засоби зв'язку, які генерують електромагнітні поля. Ділянки шкіри в області кистей і стоп повинні бути чистими, не мати рубців, родимих плям і інших змін.

Дослідження проводиться не раніше ніж:

- Через 1,5-2 години після фізичного навантаження, прийому їжі, фізіотерапевтичних процедур.
- Через три доби після проходження обстежень, пов'язаних з впливом на організм потужних випромінювань (рентгенологічні методи, радіоізотопна діагностика, ядерно-магнітний резонанс і т.п.).

По можливості за добу до електропунктурної діагностики необхідно припинити прийом лікарських препаратів (рішення про припинення прийому приймає лікар виконує тестування). Дослідження пацієнта проводиться в горизонтальному положенні, в стані фізичного і психічного спокою після 10-15 хвилинного відпочинку. Отримані результати вимірювань автоматично заносяться в спеціальну карту [10].

Також, останнім часом зростає інтерес до застосування та використання методу електропунктурної діагностики Р. Фолля (ЕПДФ) в різних сферах медичної науки і практики у зв'язку з можливістю підвищення ефективності діагностики.

Так, за допомогою ЕПДФ було проведено дослідження різноманітних алергічних і дерматологічних захворювань, проведено дослідження патології щитовидної залози та хронічних захворювань органів дихання і травлення у дітей в Інституті педіатрії, акушерства та гінекології НАМН України, патології

внутрішніх органів у науково-дослідному інституті онкології і радіології МОЗ України, гіпертонічної хвороби, було проведено медикаментозне тестування препаратів при лікуванні хронічного періодонтиту тощо.

Електрорунктурна діагностика Фолля – це визначення та оцінка функціонального стану органів та тканин організму людини на основі результатів вимірювання електропровідності шкіри у біологічно активних точках певних мериданів. Р.Фоллем свогочасу було описано 8 нових каналів та більш ніж 700 біологічно активних точок та вивчено їх зв'язок з органами та системами.

Метод ЕПДФ заснований на поєднанні класичної східної рефлексотерапії та традиційної західної медицини [11]

Висновки до розділу I та задачі дослідження

З огляду на існуючі методи дослідження стану серця, можемо зробити наступні висновки:

- на сьогодні існує та розвивається велика кількість методик дослідження електричної активності серця;
- створення нового обладнання для дослідження стану серця вимагає не лише теоретичних та експериментальних досліджень, а й принципово нових підходів роботи;
- ефективність теорії меридіанів та електропунктури підтвердила свою ефективність численними дослідженнями на базах як західних так і східних медичних шкіл;
- поєднання методів роботи західної та східної медицини є новим та маловивченим підходом до дослідження роботи електричної активності серця та організму в цілому
- було з'ясовано, що вплив однієї точки не обмежується лише одним органом, а може діяти в комплексі, що і підтверджується загальним підходом ТКМ – розглядати організм у цілому.

Поєднання принципів східної та західної медицини є перспективним напрямом для дослідження та створення діагностичних апаратів. Поєднання двох різних підходів зможе дати не лише більшу кількість інформації про роботу не лише серця, а й усіх основних органів. Для даного дослідження було обрано канали меридіанів серця та перикарду, так як з огляду на попередні дослідження, було доведено вплив що відбувається на організм людини при впливі на певні акупунктурні точки, що знаходяться саме на цих меридіанах.

З огляду на те, що серцево-судинні захворювання за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я є найпоширенішою причиною смертності у світі, вдосконалення та пошук нових підходів до діагностики є актуальною задачею.

На основі проведених висновків про доцільність проведення експериментальних досліджень та відсутності прототипів можна поставити наступні завдання:

- провести аналіз сучасних методів вдослідження електричної активності серця;
- проаналізувати методи впливу на точки, що знаходяться на меридианах перикарду та серця;
- розробити методику проведення експерименту;
- провести експеримент зі зняття електрокардіограми зі звичайних електродів та розроблених комплексних електродів (що знамають сигнали з канадів перикарду та серця);
- дослідити та проаналізувати отримані у ході експерименту результати;
- зробити відповідні висновки.

Швидкий розвиток медичного приладобудування спричинений погіршенням загального стану здоров'я населення потребує принципово нових підходів, яким може стати поєднання двох медичних шкіл –західної та східної.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ СЕРЦЯ.

2.1 Методи дослідження стану серця

У медичній практиці використовують такі методи дослідження стану серця:- електрокардіографія (ЕКГ)– основний метод дослідження стану серця, який полягає у графічній реєстрації з поверхні тіла потенціалів, що виникають у серцевому м'язі під час серцевого циклу.

- фонокардіографія (ФКГ) - найчастіше використовується для діагностики уроджених вад серця - метод графічної реєстрації тонів і шумів серця.
- апексокардіографія (АКГ чи верхівкову кардіографію) - реєстрація низькочастотних коливань грудної клітки, що викликані роботою серця.
- кардіоінтервалографію (КІГ) – новий метод оцінки синусового ритму серця за допомогою сучасних методів математичного аналізу.
- сфігмографія (СФГ) – графічна реєстрація артеріального пульсу;
- полікардіографія - метод дослідження фазових компонентів серцевого циклу, включає в себе синхронну реєстрацію електрокардіограми, фотокардіограми і каротидної сфігмограми.
- механокардіографія (МКГ) – графічна реєстрація артеріального тиску.
- езофагокардіографія (ЕФГ) – графічна реєстрація рухів серця. Зокрема, лівого передсердя через стравохід;
- флебосфігмографія (ФСГ) – графічна реєстрація венозного пульсу (для цього проводиться запис пульсу яремної вени).
- балістокардіографія (БКГ) - для оцінки скорочувальної функції міокарда використовується реєстрація рухів тіла, зумовлених роботою серця.
- динамокардіографія (ДКГ) - графічна реєстрація переміщення центра ваги грудної клітки людини;
- ехокардіографія (ЕхоКГ) – неінвазивний метод вивчення будови і положення структури серця та магістральних судин за допомогою ультразвуку. Зображення, що отримується називається ехокардіограмою. [12].

2.2 Класифікація та структура електрокардіографів

У даному дослідженні було використано саме метод електрокардіографії. Електрокардіограф – це прилад, що використовується для реєстрації зміни різниці потенціалів між двома точками в електричному полі серця. Сучасні електрокардіографи характерні високою технологічною досконалістю та дозволяють здійснити як одноканальний так і багатоканальний запис ЕКГ.



Рисунок 2.1. – Стандартне розміщення меридіанів та акупунктурних точок

Електрокардіографи складаються з вхідного пристрою, підсилювача біопотенціалів та пристрою реєстрації.

Основний принцип роботи будь-якого сучасного електрокардіографа можна описати так: електричний сигнал серця реєструється за допомогою металевих електродів. Мала напруга у 1-3 мВ підсилюється та подається на реєструючий пристрій. Тут електричні коливання перетворюються на механічні – відбувається зміщення якоря та подальший запис сигналу на паперовій стрічці, що нагадує міліметровку.

Існують різні види запису електрокардіограми в залежності від виду стрічки.

- електрокардіографи, що використовують для запису сигналу

звичайну паперову стрічку – механічні

- тепловий запис - якір, за допомогою якого відбувається запис ЕКГ нагрівається, і, в свою чергу, «випалює» відповідну криву на тепловому папері.
- мінгографи – або електрокардіографи капілярного типу

В залежності від кількості каналів, які може одночасно реєструвати електрокардіограф, їх поділяють на:

- Одноканальні
- Багатоканальні

Багатоканальний метод ЕКГ дозволяє значно скоротити час дослідження та дає можливість отримати більш точну інформацію про електричне поле серця, так як у цьому випадку відбувається синхронна реєстрація декількох електрокардіографічних відведень. Багатоканальні, у свою чергу, в залежності від кількості відведень, що можуть реєструватися одночасно, поділяються на:

- Трьохканальні
- Шестиканальні
- Дванадцятиканальні [5]

Електрокардіографи в залежності від точності відтворення форми сигналу прийнято розділяти на 3 класи:

- I клас – до них відносять найбільш точні прилади, призначені для комплексних досліджень серцево-судинної системи. Вони мають чотири або шість каналів, які використовуються також для запису звуків серця (фонокардіографія), пульсових коливань судин (сфигмографія), незначних переміщень тіла, що виникають в результаті скорочення серця і руху крові у великих судинах (баллістокардіографія) і ін. Відповідно прилади класу 1 повинні реєструвати без спотворень коливання з частотою до 800-1000 Гц, мати великий набір швидкості руху паперової стрічки та інші підвищені характеристики.

- II клас - мають зазвичай один або два канали і призначені для реєстрації електрокардіограми в ході діагностичного процесу. Найбільша частота реєстрованих коливань у цих приладів складає 70-100 Гц, що дозволяє без спотворень відтворювати всі характерні особливості біопотенціалів серця.

■ III клас - це портативні одноканальні прилади, призначені, в основному, для використання вдома, в умовах швидкої і невідкладної допомоги для швидкого встановлення стану хворого. Найбільша частота записуваних коливань для цих приладів складає 60-70 Гц. Прилади 3-го класу мають тільки автономне джерело живлення або допускають також харчування та від мережі змінного струму. Основна вимога до цих приладів малогабаритність та низька маса [13].

2.3 Аналіз ЕКГ

Завдяки достатньому динамічному діапазону та мінімальній кількості артефактів аналіз ЕКГ у медичній практиці проводиться у часовій області. При аналізі ЕКГ розрізняють три основні взаємопов'язані задачі:

1. Розпізнавання деяких первинних характеристичних складових ЕКГ: елементи, що належать до ізолінії та ті, що мають діагностичну цінність – хвилі, піки та графоеlementи.

2. Квантифікація графоеlementів. Відбувається обчислення або візуальна оцінка кривизни ліній, інтервалів хвиль та комплексів, значення амплітуди, вимірювання інтервалів. Важливим є вимірювання окремих кардіоінтервалів.

3. Після визначення графоеlementів та їх кількісних та якісних характеристик проводять класифікацію до відповідних діагностичних класів. Для аналізу ЕКГ зазвичай використовують 12 стандартних відведень (3 основних – за Ейнтховеном, 3 за Гольдбергом - aVF, aVR, aVL та шість грудних V1 – V6).

Максимальна похибка амплітуди окремих графоеlementів не більша як $\pm 5\%$. Похибка інтервалів часу не перевищує 10 %. Для полегшення виділення окремих складових сигналу в кардіології використовують множник граничної форми (k) при обробці трьохканальної ЕКГ:

Первинна медична статистична інформація складається зі спостережень, в результаті яких дослідник робить вимірювання та отримує кількісні величини, що характеризують ту чи іншу ознаку. Ця інформація надалі буде становити основу для подальшого аналізу. Сучасні інформаційні технології у медичній

статистиці застосовуються на кожному етапі розробки і проведення спостережень.

Враховуючи відмінності у формі сигналів, до них застосовують контурно часовий аналіз, який дозволяє визначити низку важливих показників саме по контурах сигналу. Недоліком такої методики є обчислення показників-компонент саме за контуром сигналу за один період тоді, коли наявні порушення в роботі того чи іншого органа можуть бути виявлені в наступних періодах. Тому контурно-часова методика застосовується в нескладних сигналах, а саме для сфигмограм центральних і периферійних артерій [22]. Відомо два способи вимірювання параметрів сфигмограм, які дозволяють досить чітко стандартизувати процес обробки цих сигналів.

Перший призначається для обробки центральних сфигмограм, зареєстрованих на сонній, скроневій, підключичній артеріях (рис. 8.4, а).

При цьому визначаються такі параметри:

1. тривалість анакрати в секундах (t_1) і висота систолічної частини сфигмограми (h_1) на рівні вершини основної хвилі, тобто в момент часу t_1 (у випадку труднощів з визначенням часу t_1 вважають, що $t_1 = 0,08$ с);

2. вимірюють параметр $t_2 = t_3 - t_1$ і t_1 — час катакrotичного підйому (якщо виникають труднощі з визначенням цих показників, тоді вважають, що $t_2 = t_1 + 0,05$ і $t_3 = t_1 + 1 + 0,1$);

3. h_2 — висота систолічної частини кривої в момент t_2 і h_3 — висота катакrotи систолічної частини кривої у момент t_3 ;

4. час мінімуму інцизури (t_4) та висота інцизури в її найнижчій точці (h_4);

5. час піку дикротичної хвилі (t_5) та миттєве значення дикротичної хвилі (hd), яке відміряється від рівня інцизури, тобто амплітуда дикротичної хвилі дорівнює $h_5 = hd + h_1$;

6. ці миттєві значення кривих оцінюються у процентах до максимальної висоти сфигмограми, тобто до h_1 .

Другий спосіб використовується при аналізі периферійних сфигмограм, які зареєстровані на променевій, гомілковій артеріях та на тильній артерії стопи.

При дослідженні як центральних, так і периферійних сфигмограм обов'язково визначають початковий момент (t_0), коли висота систолічної частини кривої h_0 є мінімальною. Параметри t_0 і h_0 приймають як рівні нулю та вважають їх за початок відліку імпульсу сфигмограми. Вимірюють також кінцевий момент часу (t_6), коли діастолічна частина кривої мінімальна, ($h_6 = 0$). За величинами параметрів t_0 і t_6 визначають тривалість одного імпульсу сфигмограми або період проходження імпульсів ($T = t_6 - t_0$). Далі за допомогою методу кусково-лінійної апроксимації сфигмографічний імпульс представляється таким виразом [14].

Висновки до 2 розділу

В другому розділі було проаналізовано та приведено методики дослідження стану серця.

Проведений детальний аналіз класифікації електрокардіографів: за принципом запису сигналу (механічні, теплові, мінгографи), за кількістю реєстрованих каналів (одноканальні та багатоканальні) та за чутливістю (поділяються на 3 класи). На основі даної інформації було обрано метод дослідження стану серцево-судинної системи – а саме метод електрокардіографії. Та було обрано вид приладу, який найкраще підходить до даного дослідження – а саме механічний (з можливістю запису електрокардіограми на носії задля подальшого статистичного та аналітичного аналізу сигналів) одноканальний електрокардіограф I класу.

Також було розглянуто методи аналізу електрокардіограми. Завдяки достатньому динамічному діапазону та мінімальній кількості артефактів аналіз ЕКГ у медичній практиці проводиться у часовій області. Первинна медична статистична інформація інформація надалі буде становити основу для нашого аналізу. Враховуючи відмінності у формі сигналів, до них застосовують контурно часовий аналіз, який дозволяє визначити низку важливих показників саме по контурах сигналу.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ЗМІН ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ У РІЗНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СТАНАХ

3.1. Постановка задачі дослідження

Останнім часом у світі зростає інтерес медичної спільноти до спадку китайської народної медицини, адже незважаючи на різницю у підходах та розумінні суті захворювань, західна медицина та традиційна китайська медицина є не антагоністичними, а комплементарними одна одній. Захворювання серця є яскравим прикладом патології, яка щороку забирає мільйони життів, а тому, вдосконалення методів отримання ЕКГ та цих апаратів є одним з головних завдань сучасної медицини. Поєднання принципів західної та китайської народної медицини зможуть дати можливість отримати чітке уявлення про просторові процеси формування сигналів електричного поля в клітинах міокарда та серця в цілому [6].

Електричні потенціали серця представляють великий інтерес як для західної, так і для традиційної китайської медицини, так як вона багато в чому визначає дію і терапевтичний ефект деяких фізичних методів лікування, перш за все фізико-фармакологічних та фізіологічних. Мета дослідження – проаналізувати сигнали, отримані з каналів меридіанів серця, легень та перикарду.

Актуальність поєднання двох підходів у діагностичній практиці полягає у отриманні більшої кількості інформації про роботу серця.

Тому задачею даної роботи є:

- створення нових електродів для отримання сигналів з каналів серця та перикарду
- проведення дослідження для отримання сигналів з каналів перикарду та серця

Детальне дослідження каналів тіла людини дасть можливість отримати більш точну та повну інформацію про роботу серця людини, а в перспективі розширити знання про роботу органів та організму людини в цілому. Також, це

створить можливість для подальшого застосування цих знань у терапевтичній практиці.

3.2. Розробка методики проведення експерименту

Поставлена задача дослідження вирішувалась проведенням вимірювання електрокардіограми на досліджуваних, вимірюванням електрокардіограми з використанням нових електродів та проведенням подальшого аналізу отриманих сигналів.

Вимірювання проводилось в контрольній групі різних вікових категорій, які зазначені в табл 1.



Рисунок 3.1 Розроблені електроди, для діагностики та візуалізації тканини серця людини

Для даного дослідження було використано апаратний комплекс «KL-720 Biomedical Measurement system», ЕКГ-блок даного комплексу, електроди, що входять до даного комплексу та електроди, що були розроблені спеціально для вимірювання сигналів безпосередньо з каналів меридіанів серця та перикарду.

Перший етап експерименту проводився наступним чином: після підключення блоку ЕКГ до апаратного комплексу KL-720 Biomedical Measurement system та налаштування усіх необхідних параметрів блоку, що зазначено в таблиці 3.1, проводилося вимірювання ЕКГ з використанням стандартних електродів (що входять в комплекс).

Задля покращення провідності на кордоні «шкіра-електрод» у якості провідника було використано дистильовану воду. Задля точності результатів, перед початком експерименту досліджуваний протягом 2-3 хвилин знаходився у спокійному стані.

Потім відбувався запис електрокардіограми протягом 2 хвилин. Основна задача полягала у отриманні 10 рівномірних кардіоциклів, задля подальшої статистичної обробки кількісних показників. Отримані дані було збережено у MS Excel.

Другий етап включав в себе вимірювання ЕКГ шляхом вимірювання сигналів з каналу серця.

Після вимірювання стандартної ЕКГ апаратного комплексу підключалися нові комплексні електроди, що вимірюються сигнали безпосередньо за каналів меридіанів перикарду та серця.

Далі процедура проходила за алгоритмом, описаним вище: нанесення на кордоні «шкіра-електрод» у якості провідника дистильовану воду. Далі досліджуваний протягом 2-3 хвилин знаходився у спокійному стані.

Потім відбувався запис електрокардіограми з каналу меридіану серця протягом 2 хвилин.

На третьому етапі проводився запис ЕКГ безпосередньо з каналу перикарду. Етапи проведення експерименту збігаються з етапами проведення запису ЕКГ з каналу меридіану серця.

На четвертому етапі проводився запис ЕКГ безпосередньо з каналу легень.

Дві точки в просторі електричного поля, між якими вимірюють різницю потенціалів, називають відведеннями, а лінія, що з'єднує ці точки є віссю відведення. Меридіан в свою чергу – це, згідно з теорією, це канал, по якому протікає енергія.

Перше відведення ЕКГ знімається з лівої та правої руки, враховуючи те, що канали серця та перикарду проходять по внутрішньому боці руки це дозволяє нам зробити такі висновки:

- Проведення вимірювань необхідне у першому відведенні, друге та третє у цьому випадку будуть нерелевантним

- Так як зняття електрокардіограми відбуватиметься в конкретних точках – дуже важлива точність та правильно підібрані технічні та фізичні параметри електродів

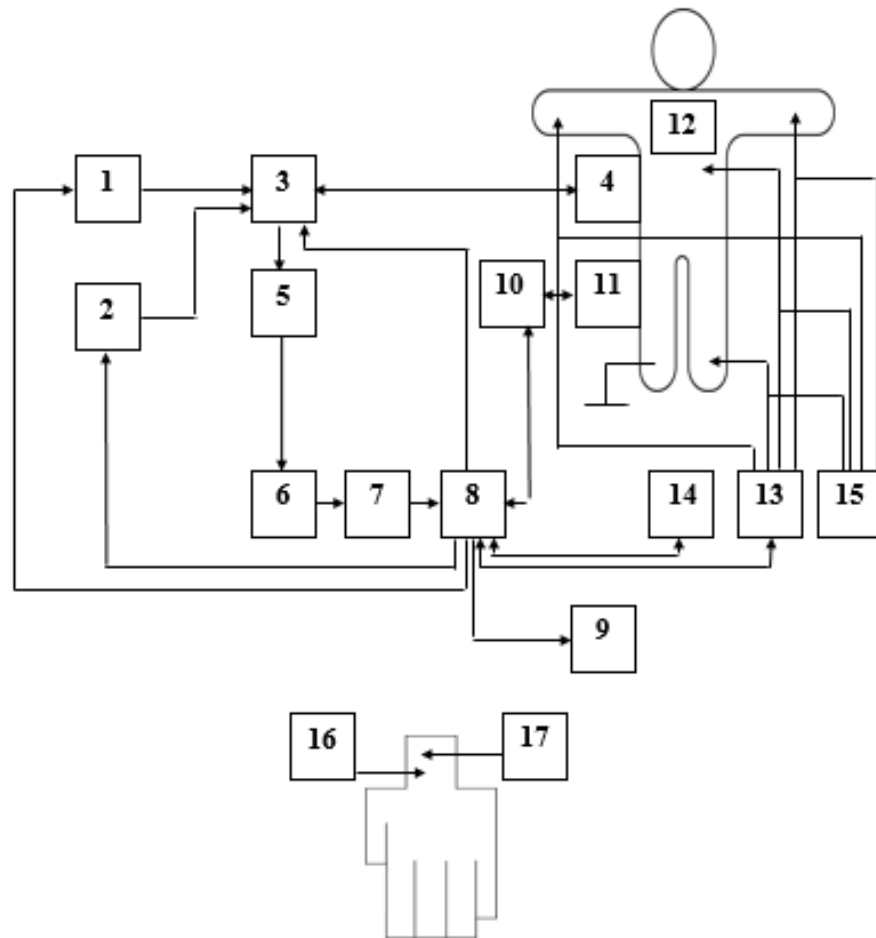


Рисунок 3.2. Апарат комплексної діагностики та візуалізації тканини серця людини (патент України № 135026):

1- генератор неперервних ультразвукових коливань, 2-тактовий генератор, 3- комутатор, 4- датчик ультразвукового дослідження, 5-підсилювач, 6- фільтр нижніх частот, 7- аналого-цифровий перетворювач, 8- блок керування, 9- монітор, 10- блок контролю температури, 11- датчик температур, 12-об'єкт дослідження, 13- електрокардіограф (ЕК), 14- векторкардіограф, 15-відведення ЕК, 16-точка перикарда, 17- точка серця

3.3. Результати дослідження динамічних параметрів електрокардіограми

Початкові дані, що були задані на апаратному комплексі до початку проведення дослідження описані у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

<i>Sampling Rate</i>	50
<i>Sampling Number</i>	5000
<i>VOLT/DIV</i>	2,80
<i>TIME/DIV</i>	18

Вимірювання проводилось в контрольній групі різних вікових категорій, що зазначено в табл 3.1. На першому етапі проводилось стандартне вимірювання ЕКГ, на другому етапі проводилось вимірювання ЕКГ шляхом вимірювання сигналів з каналу серця, на третьому проводилось вимірювання ЕКГ шляхом вимірювання сигналів з каналу перикарду, також, додатково на четвертому проводилось вимірювання з каналу легень.

В дослідженні параметрів зміни амплітуди зубців та часових інтервалів деполяризації шлуночків та передсердь серця (систоли) та їх реполяризації (діастола) прийняли участь дві контрольні групи молодого та зрілого віку, що вказано у таблиці 3.2. Більш детальний опис параметрів основних елементів, за якимим проводився подальший аналіз описано у таблиці 3.3.

Таблиця 3.2

<i>Вікова група</i>	<i>Кількість досліджуваних</i>
Старша вікова група	6
Молодша вікова група	8

Таблиця 3.3

<i>Хвиля</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Довжина, мс</i>
P	Хвиля Р являє собою деполяризацію передсердь. Передсердна деполяризація поширюється від вузла SA у напрямку AV-вузла, та з правого передсердя в ліве передсердя.	<80 мс
QRS	Комплекс QRS являє собою швидку деполяризацію правого та лівого шлуночків. Шлуночки мають велику м'язову масу порівняно з передсердями, тому комплекс QRS зазвичай має значно більшу амплітуду, ніж хвиля Р.	80 - 100 мс
ST	Хвиля Т являє собою реполяризацію шлуночків.	<350 мс

У таблиці 3.4 наведені результати аналізу електрокардіограм знятих звичайним способом.

Таблиця 3.4

<i>Вік, роки</i>	<i>Амплітуда P, мВ</i>	<i>Амплітуда R, мВ</i>	<i>Амплітуда T, мВ</i>	<i>Інтервал PQ, с</i>	<i>Інтервал QRS, с</i>	<i>Інтервал ST, с</i>
18	0,48	2,08	2	152	86	324
18	0,48	2,96	1,52	198	99	345
18	0,64	2,28	1,4	158	87	333
18	0,24	1,68	1,64	155	91	322
20	0,36	2,56	1,44	176	100	335
21	0,36	2,8	1,12	134	83	334
22	0,56	2,6	1,28	182	86	347
24	0,56	2,08	1,49	142	82	328
58	0,64	2,49	1,46	137	96	348
59	0,4	2,01	1,8	120	80	333
63	0,8	2,53	1,76	132	93	322
65	0,52	2,16	1,36	128	85	349
69	0,72	2,64	1,44	137	84	333
71	0,82	2,78	1,68	140	88	344

У таблиці 3.5 наведені результати аналізу електрокардіограм знятих з каналу серця.

Таблиця 3.5

<i>Вік</i>	<i>Амплітуда P, мВ</i>	<i>Амплітуда R, мВ</i>	<i>Амплітуда T, мВ</i>	<i>Інтервал PQ, с</i>	<i>Інтервал QRS, с</i>	<i>Інтервал ST, с</i>
18	0,72	0,88	1,92	152	86	324
18	0,92	2,64	1,49	198	99	345

18	0,84	2,14	1,4	158	87	333
18	0,2	1,28	1,64	155	91	322
20	0,38	2,56	1,42	176	100	335
21	1,02	2,58	1,12	134	83	334
22	0,49	2,08	1,31	182	86	347
24	0,64	2,02	1,5	142	82	328
58	1,64	2,24	1,52	137	96	348
59	0,49	2,01	1,79	120	80	333
63	1,12	2,33	1,79	132	93	322
65	0,61	2,03	1,48	128	85	349
69	0,82	2,22	1,51	137	84	333
71	0,83	2,52	1,81	140	88	344

У таблиці 3.6 наведені результати аналізу електрокардіограм знятих з каналу перикарду

Таблиця 3.6

<i>Вік</i>	<i>Амплітуда P, мВ</i>	<i>Амплітуда R, мВ</i>	<i>Амплітуда T, мВ</i>	<i>Інтервал PQ, с</i>	<i>Інтервал QRS, с</i>	<i>Інтервал ST, с</i>
18	1,32	2,24	1,52	152	86	324
18	0,54	2,8	1,6	198	99	345
18	0,48	2,96	2,32	158	87	333
18	0,02	1,36	2,56	155	91	322
20	0,64	2,92	1,64	176	100	335
21	1,2	2,98	1,68	134	83	334
22	1,12	2,6	1,28	182	86	347
24	1,2	2,84	1,68	142	82	328
58	1,52	2,88	1,9	137	96	348

59	0,8	2,12	1,84	120	80	333
63	0,93	2,84	2,36	132	93	322
65	0,52	2,16	1,39	128	85	349
69	1,2	2,64	1,75	137	84	333
71	1,01	2,78	2,02	140	88	344

У таблиці 3.7 наведені результати аналізу електрокардіограм знятих з каналу легень.

Таблиця 3.7

<i>Вік</i>	<i>Амплітуда P, мВ</i>	<i>Амплітуда R, мВ</i>	<i>Амплітуда T, мВ</i>	<i>Інтервал PQ, с</i>	<i>Інтервал QRS, с</i>	<i>Інтервал ST, с</i>
18	0,12	1,76	1,2	152	86	324
18	0,34	1,78	0,89	198	99	345
18	1,2	2,56	1,68	158	87	333
18	0,08	1,76	2,2	155	91	322
20	0,4	2,92	0,78	176	100	335
21	0,16	2,98	0,64	134	83	334
22	0,56	2,76	1,36	182	86	347
24	0,16	2,64	0,96	142	82	328
58	0,34	2,88	1,58	137	96	348
59	0,63	2,62	1,46	120	80	333
63	1,23	2,64	1,2	132	93	322
65	0,25	2,22	0,99	128	85	349
69	0,2	2,64	1,25	137	84	333
71	0,01	2,8	1,02	140	88	344

Згідно з отриманими даними можемо впевнено сказати, що довжини сегментів, хвиль та інтервалів знаходяться у межах норми. Вони практично не

змінюються після заміни електродів - зубці ЕКГ та ЕКГс, ЕКГп та ЕКГл мають практично однакову довжину.

3.3. Результати дослідження динамічних змін параметрів ЕКГ

Аналіз отриманих ЕКГ здійснювався у наступній послідовності:

- було вимірено значення амплітуди зубців стандартної ЕКГ
- було вимірено значення амплітуди зубців ЕКГс та ЕКГп.
- встановлено характеристичні точки
- зроблено порівняння зареєстрованих ЕКГ зі стандартними
- проведено оцінку зареєстрованої ЕКГ

Згідно з теорією меридіанів канал серця проходять так, як показано на рисунку 3.2. Канал серця проходить посередині на внутрішній стороні зап'ястя, точка перикарду – на внутрішній стороні зап'ястя, зліва, по лінії мізинця. Додатково було проведено виміри сигналу електричної активності серця з каналу меридіану легень. Точка, з якою проводилось вимірювання ЕКГл точно симетрична точці перикарду, але проходить по лінії великого пальця руки.

Ввиміри проводилися лише з першого відведення.

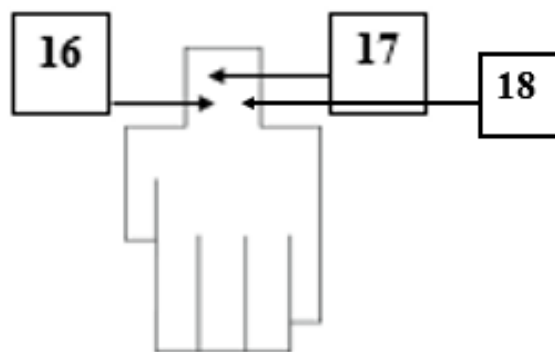


Рисунок 3.3 Апарат комплексної діагностики та візуалізації тканини серця людини: 16 – точка меридіану перикарду, 17 – точка меридіану серця, 18 – точка меридіану легень

Згідно з отриманими даними проводимо порівняльний аналіз ЕКГ з ЕКГс та ЕКГп. У наступній таблиці наведені середні значення ЕКГ, ЕКГс та ЕКГп по різним віковим групам та наведено графіки амплітуди основних зубців. Також

наведено середні значення ЕКГЛ по різних віковим групам та наведено графіки амплітуди основних зубців.

Таблиця 3.7.

Дані		Амплітуда <i>P</i> , мВ	Амплітуда <i>R</i> , мВ	Амплітуда <i>T</i> , мВ	Інтервал <i>QRS</i> , мс	Інтервал <i>PQ</i> , мс	Інтервал <i>ST</i> , мс
ЕКГ	18-24	0,46	2,38	1,4863	162,13	89,25	333,5
	50-71	0,65	2,435	1,5833	132,33	87,667	338,17
ЕКГс	18-24	0,6513	2,0225	1,475	162,13	89,25	333,5
	50-71	0,9183	2,225	1,65	132,33	87,667	338,17
ЕКГп	18-24	0,815	2,5875	1,785	162,13	89,25	333,5
	50-71	0,9967	2,57	1,8767	132,33	87,667	338,17
ЕКГл	18-24	0,3775	2,395	1,21375	162,125	89,25	333,5
	50-71	0,443	2,63	1,25	132,33	87,667	338,17

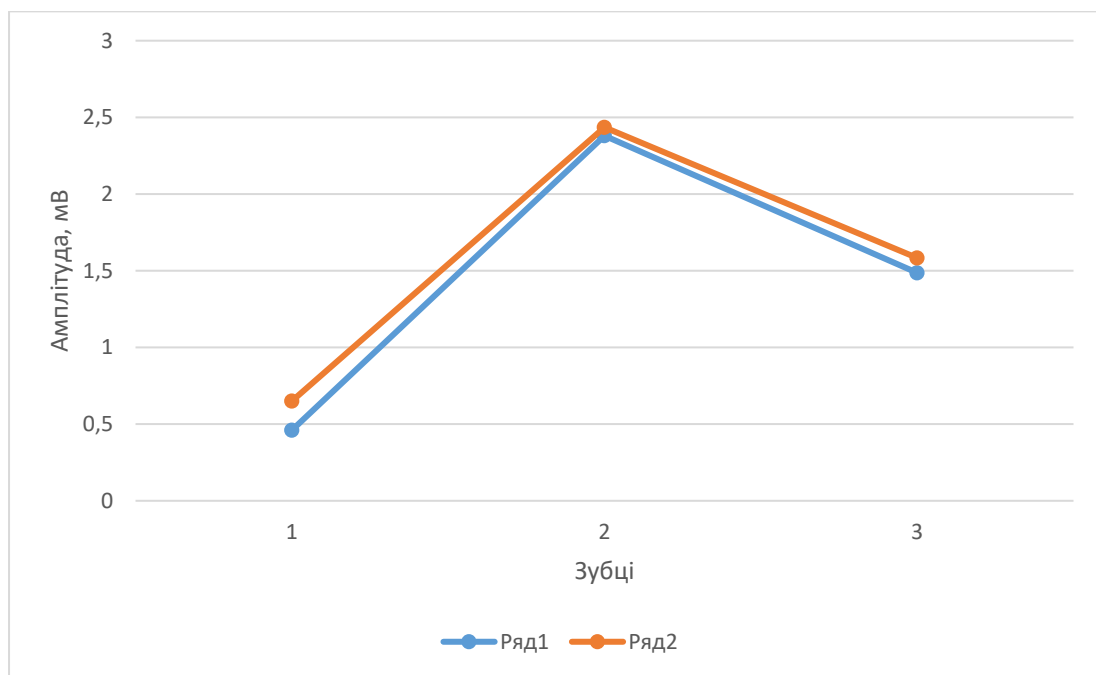


Рисунок 3.4 Графік амплітуди основних зубців ЕКГ за стандартною методикою.

Ряд 1 – Молодша вікова група, Ряд 2 – Старша вікова група

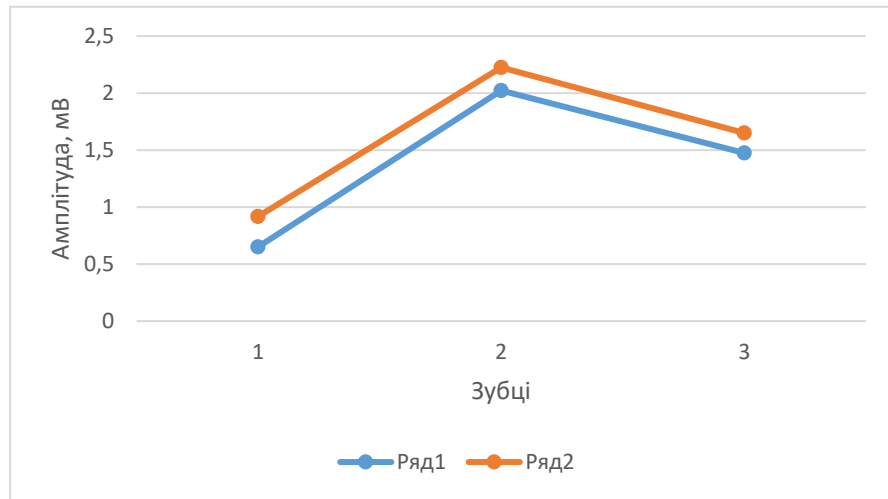


Рисунок 3.5 Графік амплітуди основних зубців ЕКГс з меридіану серця.
Ряд 1 – Молодша вікова група, Ряд 2 – Старша вікова група

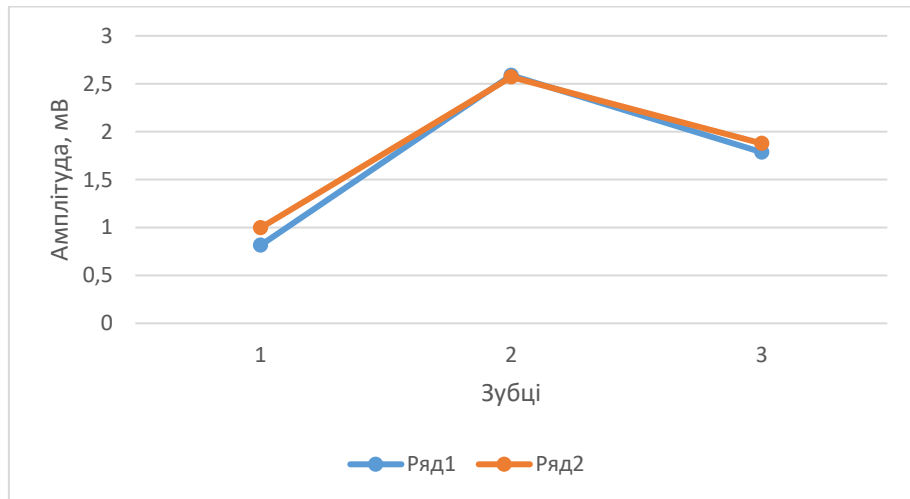


Рисунок 3.6 Графік амплітуди основних зубців ЕКГп з меридіану перикарда.
Ряд 1 – Молодша вікова група, Ряд 2 – Старша вікова група

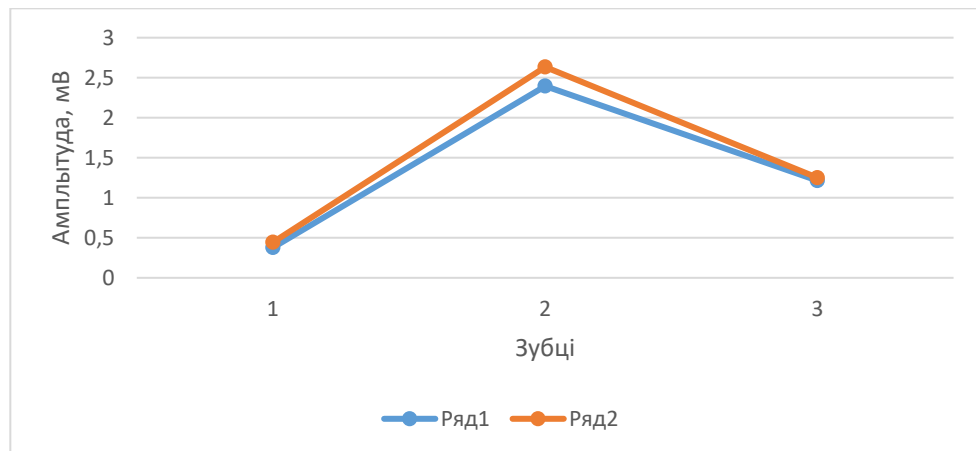


Рисунок 3.7 Графік амплітуди основних зубців ЕКГл з меридіану перикарда.
Ряд 1 – Молодша вікова група, Ряд 2 – Старша вікова група

Середнє значення ЧСС для обох вікових груп знаходиться у межах норми – 62 удари/хв. Що може свідчити про відсутність серйозних захворювань порушення ритму серця.

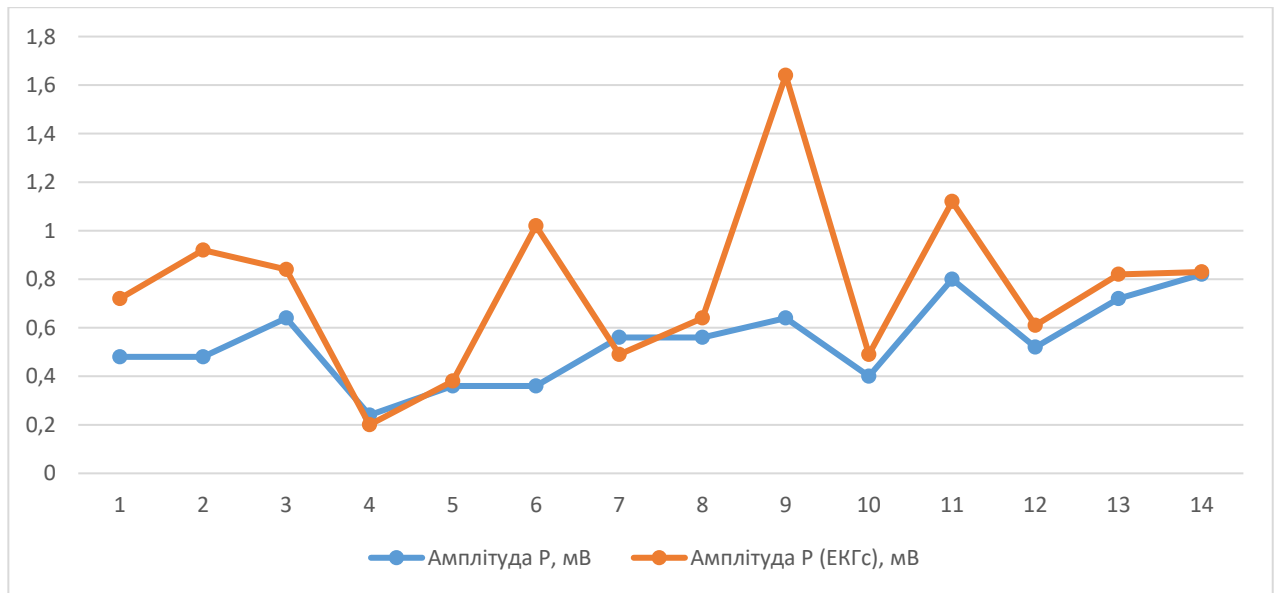


Рисунок.3.8 Графік амплітуди зубця Р ЕКГ та ЕКГс у досліджуваних.

Згідно з даними, що показані на графіку можна припустити, що канал серця має більшу чутливість до деполяризації передсердь. Так як амплітудні значення зубця Р ЕКГс значно перевищують значення зубця Р звичайної ЕКГ.

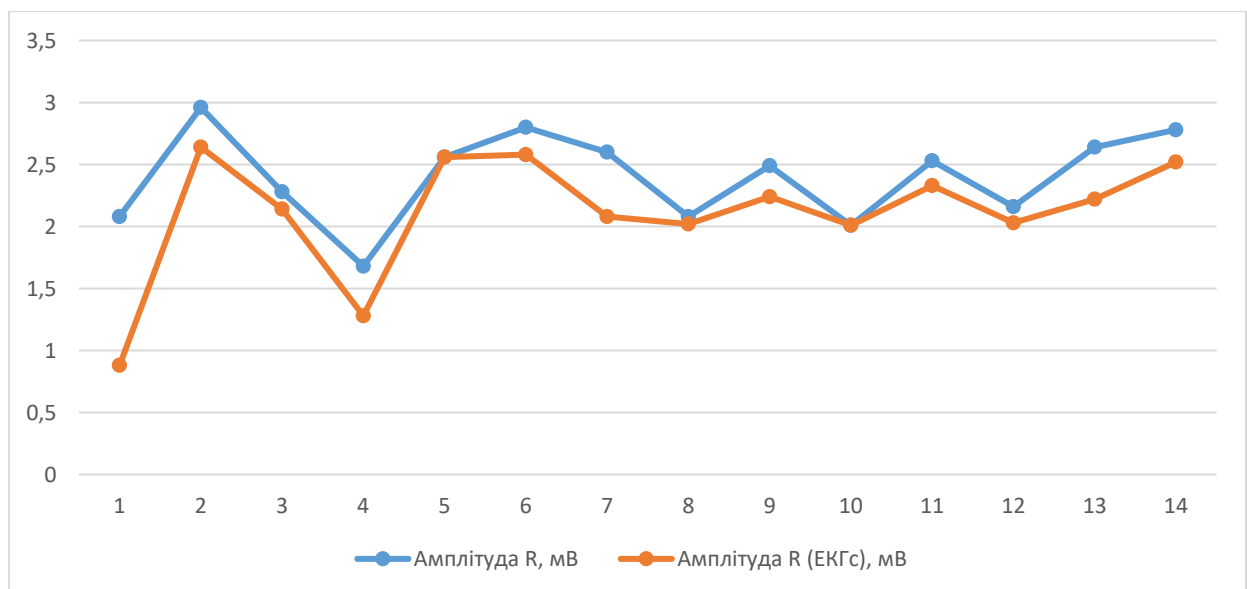


Рисунок.3.9 Графік амплітуди зубця R ЕКГ та ЕКГс у досліджуваних.

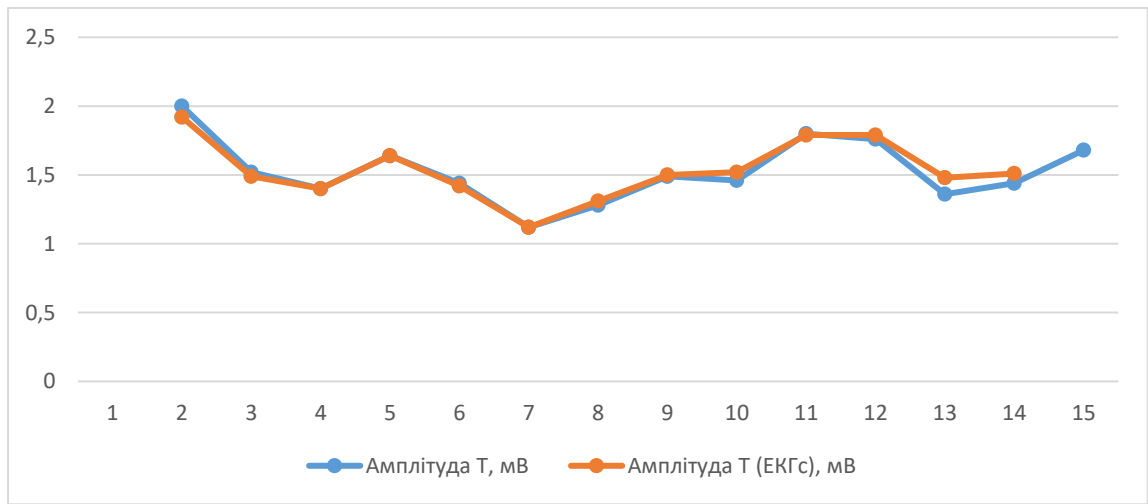


Рисунок.3.10 Графік амплітуди зубця Т ЕКГ та ЕКГс у досліджуваних.

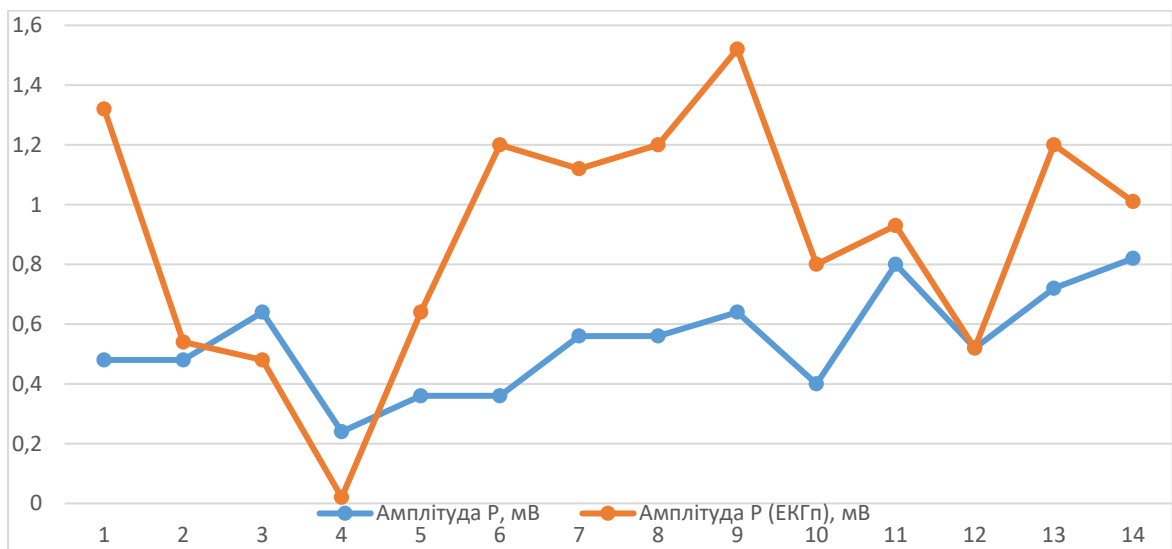


Рисунок.3.11 Графік амплітуди зубця Р ЕКГ та ЕКГп у досліджуваних.

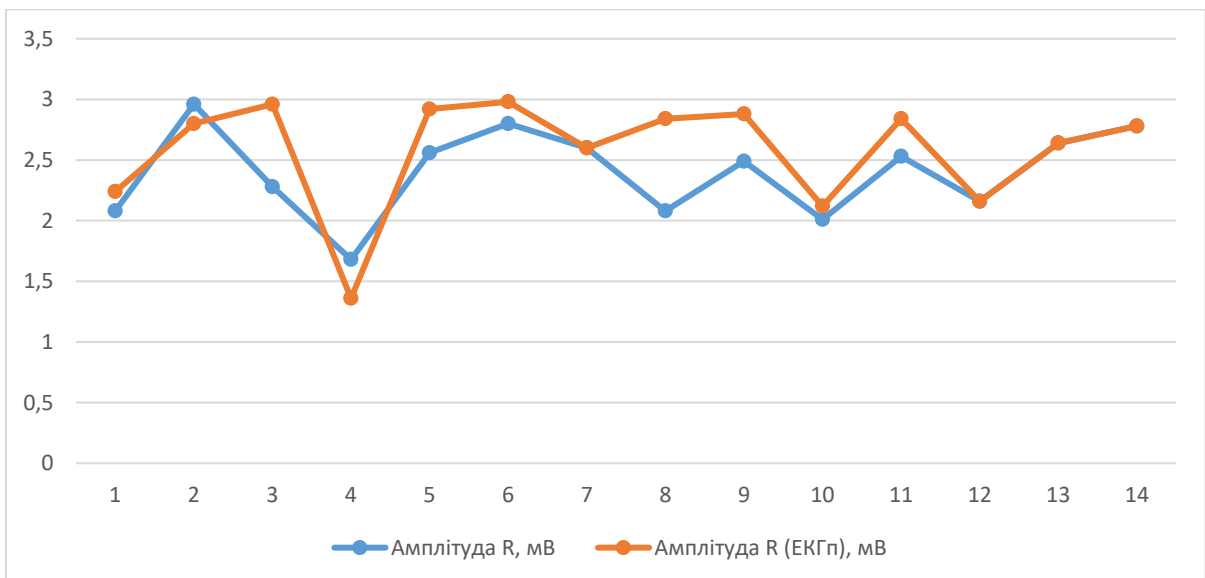


Рисунок 3.12 Графік амплітуди зубця R ЕКГ та ЕКГп у досліджуваних.

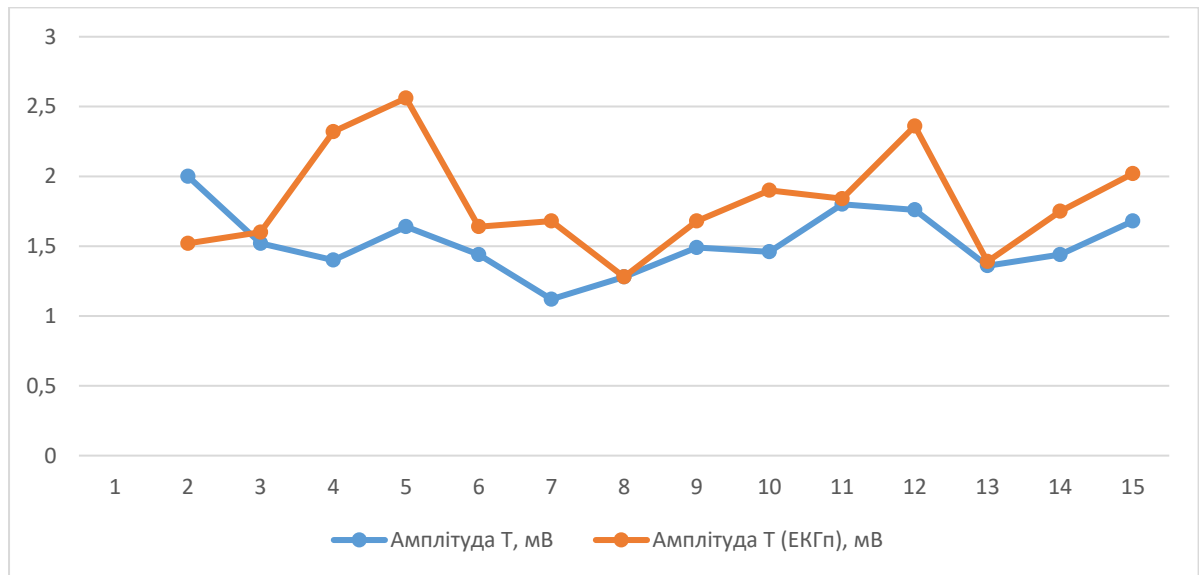


Рисунок 3.13 Графік амплітуди зубця Т ЕКГ та ЕКГп у досліджуваних.

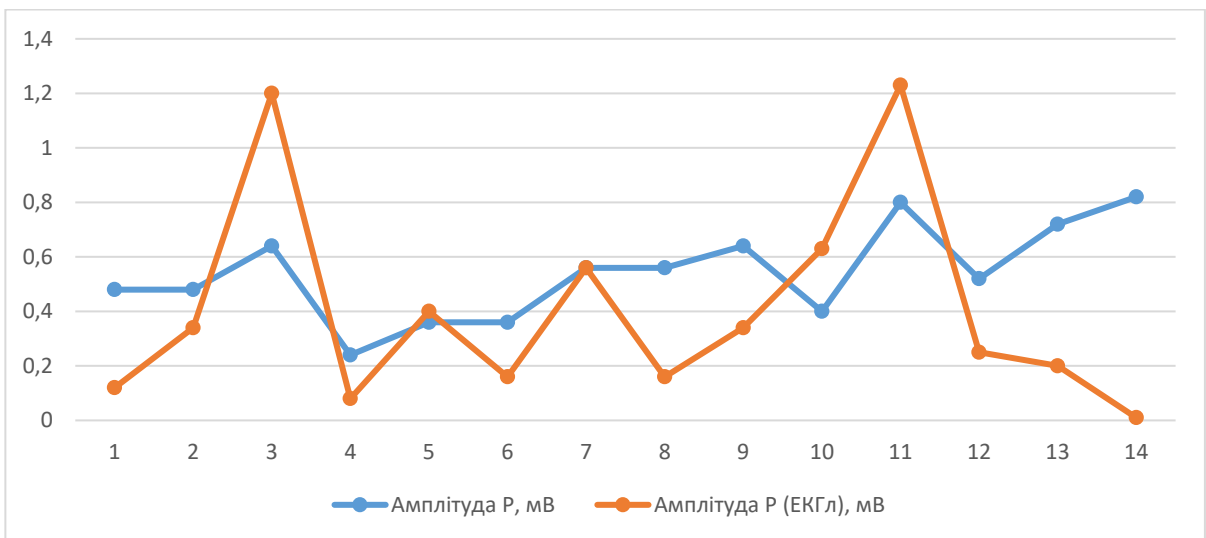


Рисунок 3.14 Графік амплітуди зубця Р ЕКГ та ЕКГл у досліджуваних.

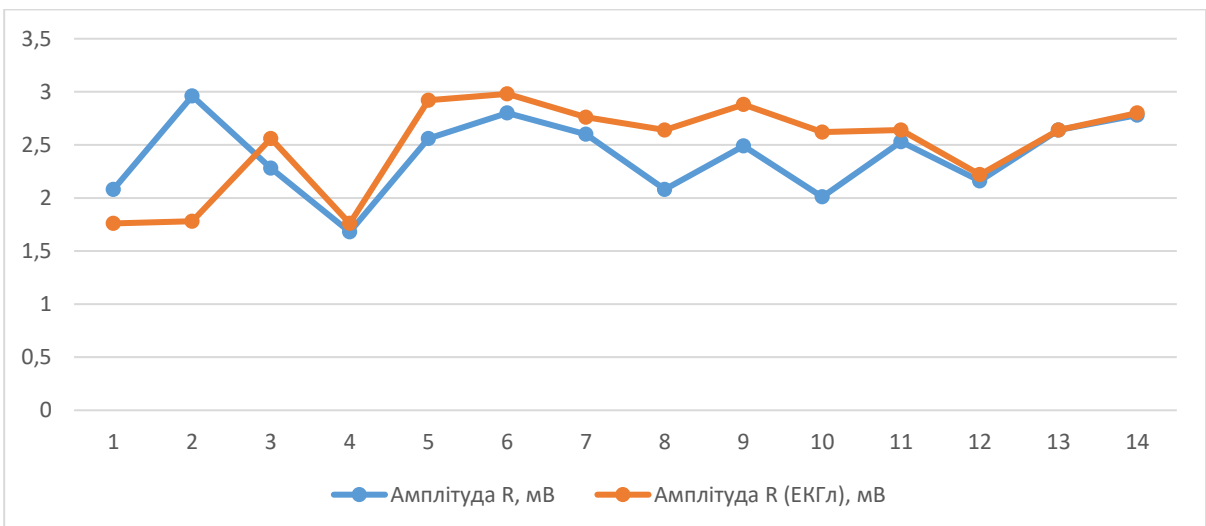


Рисунок 3.15 Графік амплітуди зубця R ЕКГ та ЕКГл у досліджуваних.

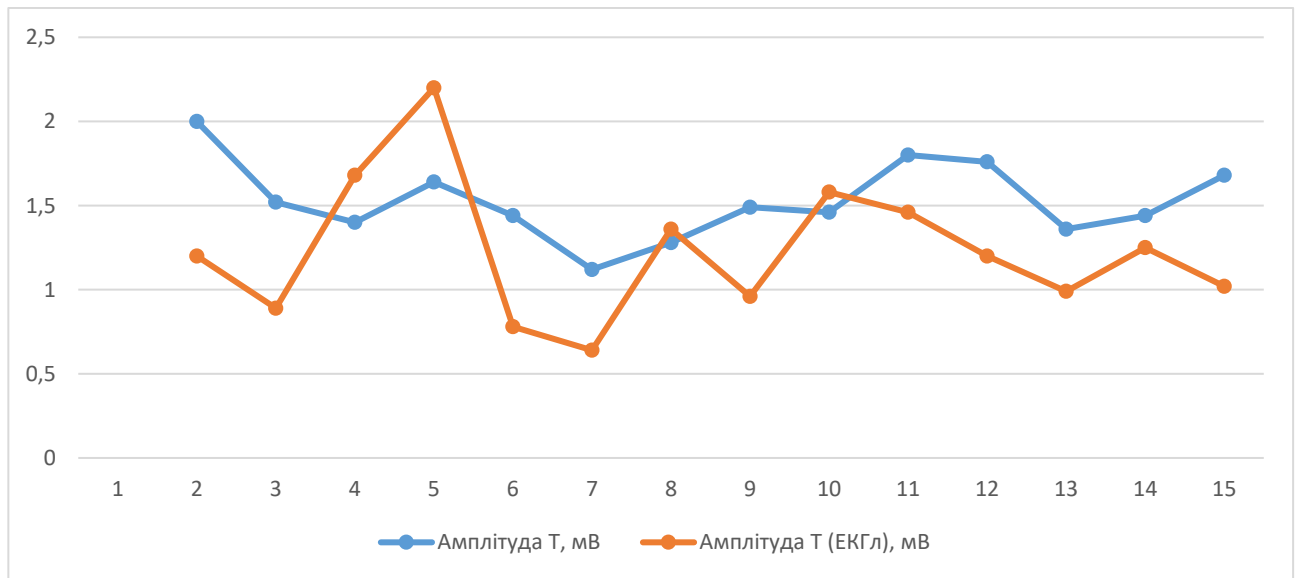


Рисунок 3.16 Графік амплітуди зубця Т ЕКГ та ЕКГл у досліджуваних.

Встановлено, що в порівнянні зі стандартною методикою при знятті потенціалів з точок каналів легенів, перекарду та серця потенціали здебільшого зростають, що може говорити про те, що електричні імпульси дійсно протікають по певних меридіанах. У таблиці 3.8 наведена різниця середніх значень ЕКГ та ЕКГс, ЕКГп, ЕКГл.

Серед характерних змін можна помітити зменшення амплітуди зубця R ЕКГс в порівнянні з ЕКГ, зменшення амплітуди зубця Т ЕКГл, в порівнянні з ЕКГ та зменшення амплітуди зубця Р ЕКГл, в порівнянні з ЕКГ. Загальна тенденція говорить про те, що електроди більш чутливі до зміни амплітуди електричного імпульсу, якщо знімати сигнали у певних точках. У середньому відбувається збільшення потенціалів на 0,06875 для зубця Р, 0,09264 для зубця R та 0,09264 для зубця Т.

Таблиця 3.8.

Дані		Амплітуда Р, мВ	Амплітуда R, мВ	Амплітуда Т, мВ
ЕКГс	18-24	+0,19125	-0,3575	-0,01125
	50-71	+0,268333	-0,21	+0,066667
ЕКГп	18-24	+0,355	+0,2075	+0,29875
	50-71	+0,346667	+0,135	+0,293333
ЕКГл	18-24	-0,27375	+0,3725	-0,26125
	50-71	-0,475	+0,408333	-0,4

3.4. Розробка способу виміру електричної активності серця

Нами запропонований новий спосіб розширеної комплексної діагностики і візуалізації тканин серця людини включає контроль стану міокарда за допомогою електрокардіографії, реєстрацію в процесі кардіоциклу характеристики електрокардіограми та її аналіз, а також реєстрацію циклічної частоти обертання інтегрального електричного вектора в трьох площинах: фронтальній, сагітальній, горизонтальній [21].

Структурна схема даного методу наведена на рисунку 3.14.

Розширення функціональних можливостей електрокардіографа пропонується за рахунок створення принципово нових комплексних електродів, точки приєднання яких до першого відведення розміщують по черзі в зонах зап'ястя на сигнальних точках меридіанів каналу перикарда, серця та легенів. Такий підхід зможе дати більше можливостей для діагностики та відкриє нові можливості для встановлення правильного діагнозу.

На даний момент зняття електрокардіограми з каналів перикарду, легень та серця потребує почергової зміни розміщення електродів у місці зняття сигналу. Це значно ускладнює роботу та сповільнює час, що витрачається на діагностику. У майбутньому з розвитком даної технології, можна припустити, що стандартні 12 каналні електрокардіографи будуть замінені на 14 каналні, де замість першого відведення загалом зніматиметься комплексний сигнал – ЕКГс (І) – сигнал з каналу меридіану серця, ЕКГп (І) – сигнал з каналу перикарду, та ЕКГл (І) – сигнал з каналу легень.

Також, враховуючи індивідуальні анатомічні особливості людей, важливим питанням є розробка універсальних зручних електродів, з регульованими контактами зняття сигналів. Так як правильність результатів даного методу у великій степені залежить від правильності розташування контактів дуже важливо, щоб електроди пристосовувалися до розмірів кожного окремого пацієнта.

На даний момент алгоритм зняття електрокардіограми з каналів перикарду, серця та легенів виглядає так:

1. на місці стандартних електродів підключаються створені комплексні електроди.
2. на місці контакту зі шкірою наноситься провідник
3. електроди підключаються рівно в точках зняття сигналів
4. відбувається запис сигналів

У перспективі розвитку даної технології також можливе створення окремого програмного забезпечення для аналізу сигналів, знятих з каналів меридіанів серця, перикарду та легень.

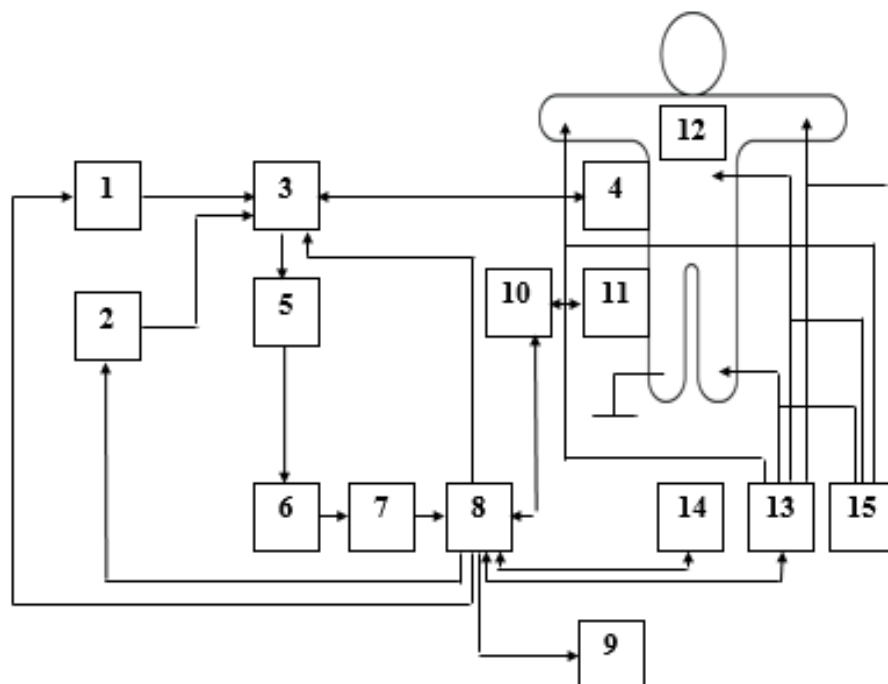


Рисунок 3.17 Апарат комплексної діагностики та візуалізації тканини серця людини:

1- генератор неперервних ультразвукових коливань, 2-тактовий генератор, 3- комутатор, 4- датчик ультразвукового дослідження, 5-підсилювач, 6- фільтр нижніх частот, 7- аналого-цифровий перетворювач, 8- блок керування, 9- монітор, 10- блок контролю температури, 11- датчик температур, 12-об'єкт дослідження, 13- електрокардіограф (ЕК), 14- векторкардіограф, 15-відведення ЕК

Висновки до розділу 3

Аналізуючи отримані результати, з результатами досліджень інших авторів, можемо припустити що існує певний певна залежність у знятті сигналів з певних точок. Підвищена або знижена амплітуда зубців порівняно з амплітудою зубців стандартної ЕКГ може говорити про підвищену або знижену чутливість. У данному дослідженні продемонстровано, що потенціалів з точок каналів легенів, перекарду та серця здебільшого зростають. Характерними є зростання амплітуди зубця Р для ЕКГс та ЕКГп (0.19 мВ та 0.35 мВ для молодшої вікової групи та 0.27 мВ та 0.35 мВ для старшої вікової групи), та навпаки – зменшення лоя ЕКГл на 0.28 та 0.48 для молодшої та старшої вікових груп відповідно. Також характерним є зменшення амплітуди зубця R для ЕКГс – 0.35 мВ та 0.21 мВ відповідно для молодшої та старшої вікових груп. це може говорити про те, що електричні імпульси дійсно протікають по певних меридіанах.

Отриманні результати будуть в подальшому використанні для вдосконалення математичної моделі електрокардіографа та створення нових діагностичних та терапевтичних апаратів.

Актуальність вирішуваної проблеми підштовхує нас до продовження досліджень на дану тему та, з часом, створення принципово нового виду електрокардіографів – комплексних 14 каналних електрокардіографів, з можливістю зняття сигналів з каналів меридіанів перикарду, серця та легень.

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ «СПОСІБ КОМПЛЕКСНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТКАНИН СЕРЦЯ ЛЮДИНИ»

4.1. Опис ідеї проекту

Стартап – це підприємницький проект, який завжди оцінюється вище своєї поточної вартості [40]. Оцінка стартапу ґрунтується на фінансових прогнозах майбутніх грошових потоків, яким як правило надзвичайно складно дати об'єктивну оцінку в силу непередбачуваності галузі високих технологій.

Головним фактором створення стартапу є бізнес ідея. Перспективні ідеї цінуються на ринку та коштують великих грошей. Розроблення та виведення стартап-проекту на ринок передбачає здійснення ряду кроків, серед яких в визначення ринкових перспектив проекту, графік та принципи організації виробництва, фінансовий аналіз та аналіз ризиків і заходи з просування пропозиції для інвесторів. Оцінюється стартап шляхом оцінки його майбутнього стану на подальших етапах реалізації з урахуванням усіх можливих ризиків.

Інформаційна карта складається з назви і авторів проекту, короткої анотації, терміну реалізації і необхідних ресурсів та опису проблематики. Також карта містить в собі відомості про цільові групи, основні цілі і завдання проекту, кількісні та якісні показники досягнення результатів, план, основних виконавців, кошторис і шаблон бізнес-моделі.

Розглянувши в попередніх розділах результати експериментальних досліджень зі зняття електрокардіограми з каналів меридіанів перикарду, легень та серця та створення функціональних електродів для їх виміру, у цьому розділі буде проведено аналіз стартап проекту «Спосіб комплексної діагностики та візуалізації тканин серця людини».

Ідея проекту полягає у знятті сигналу електричної активності серця у певних точках, а саме точках що знаходяться на каналах меридіанів перикарду, серця та легенів, що дозволить отримати більше інформації про електричну активність серця людини та отримати комплексну діагностику тканин серця людини.

У таблиці 4.1 наведено інформаційну карту стартап-проекту, описується проблема, яку вирішує даний проект та цілі данного проекту.

Таблиця 4.1

1. Назва проекту	Спосіб комплексної діагностики та візуалізації тканини серця людини
2. Автори проекту	Грузинська О. Т. Терещенко М. Ф. Чухраєв М. В.
3. Коротка анотація	Спосіб комплексної діагностики та візуалізації серця людини, що включає контроль стану міокарда за допомогою ЕКГ, реєстрацію в процесі кардіоциклу хар-к ЕКГ та їх аналіз, реєстрацію циклічної частоти обертання інтегрального електричного вектора в 3х взаємно перпендикулярних площинах: фронтальній, горизонтальній та сагітальній, а контроль стану міокарда здійснюється фазовим секторним електронним сканування за допомогою датчика з фазовою ґраткою, а під час контролю стану міокарда заміряють значення температури міокарда і епідермісу зовнішньої поверхні шкіри і по їх градієнту оцінюють стан міокарду, який відрізняється тим, що точки під'єднання першого відведення при реєстрації ЕКГ розміщують по чергово в зонах зап'ястя на сигнальних точках перикарду, серця та легенів.
4. Термін реалізації проекту	18 місяців
5. Необхідні ресурси	<ul style="list-style-type: none"> - Ідея (постановка напрямку роботи, мети і задачі); - Наукові ресурси (наукові праці, патенти, книги, бази даних); - Витрати на собівартість приладу; - Персональний комп'ютер; - Програмне забезпечення; - Електроенергія; - Робоче приміщення, обладнане для проведення ЕКГ.
6. Опис проблеми, яку вирішує проект	Відсутність можливості отримання інформації напряму з сигнальних точок перикарду, серця та легень
7. Головні цілі та завдання проекту	<ul style="list-style-type: none"> - дослідити сучасний стан діагностики тканин серця - розробити прилад комплексної діагностики та візуалізації тканин серця - провести дослідження за допомогою розробленого приладу та зробити порівняльну характеристику для різних груп

8. Очікувані результати	<p>Підвищення ефективності діагностики та візуалізації тканин серця, а саме:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отримання нової інформації про стан пацієнта, за рахунок під'єднання першого відведення при реєстрації ЕКГ почергово в зонах зап'ястя на сигнальних точках перикарда, легень та серця. 2. Отримання нових характеристик діагностики ЕКГ
--------------------------------	--

У таблиці 4.2 визначено сильні, слабкі та нейтральні характеристики ідеї проекту.

Таблиця 4.2.

№ п / п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W	N	S
		Мій проект	Конкурент 1 Електрокардіограф Моделі SE-3	Конкурент 2 BENEHEAR T R3	Конкурент 3 електрокардіограф ECG-1003			
1	Вартість програмного забезпечення	Програмне забезпечення надається разом з приладом. Проте у майбутньому знадобиться розробка програмного забезпечення, що буде враховувати особливості приладу.	Програмне забезпечення надається разом з приладом	Програмне забезпечення надається разом з приладом	Програмне забезпечення надається разом з приладом		+	
2	Надійність	Від 5 років	Від 5 років	Від 5 років	Від 5 років		+	
3	Багатофункціональність (у використанні)	Зняття сигналів не сию стандартних відведень, а й сигналів з каналів меридіанів перикарду, серця та легень.	3 відведення одночасно	3 відведення одночасно	12 відведень одночасно			+
4	Ергономічність	2 кг	2 кг	2.25 кг	2,9 кг			+
5	Наявність усіх потрібних	Потрібна	Наявні усі комплектуючі	Наявні усі комплектуючі	Наявні усі комплектуючі	+		

	комплектуючих для роботи	розробка спеціальних електродів						
7	Торгова марка	Не відома на ринку. Проте можливе створення приладу на базі уже відомої торгової марки.	Відома на ринку	Відома на ринку	Відома на ринку	+		

Отже, пропонується новий спосіб діагностики та візуалізації тканин серця людини, який, незважаючи на необхідність у майбутньому створення власного програмного забезпечення та створення нових електродів, має шанс на успішну реалізацію за рахунок новизни ідеї та можливості отримати більше інформації про роботу серця.

Задля реалізації даного проекту необхідне залучення інженера-конструктора, електротехніка, ІТ-спеціаліста та менеджера. Детальні обов'язки кожного з членів команди стартап-проекту наведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Інженер-конструктор	Генератор ідей	1. Розробка приладу 2. Розробка технічного завдання 3. Креслення деталей 4. Оформлення документації 5. Збірка приладу
Електротехнік	Виконавець	6. Розробка електричної схеми 7. Збірка електричних елементів 8. Контроль роботи електричних елементів
ІТ-спеціаліст	Спеціаліст	9. Розробка програмного забезпечення 10. Сервісне забезпечення 11. Сервісне обслуговування
Менеджер	Дипломат	12. Розробка бізнес плану 13. Пошук ринку 14. Пошук інвесторів

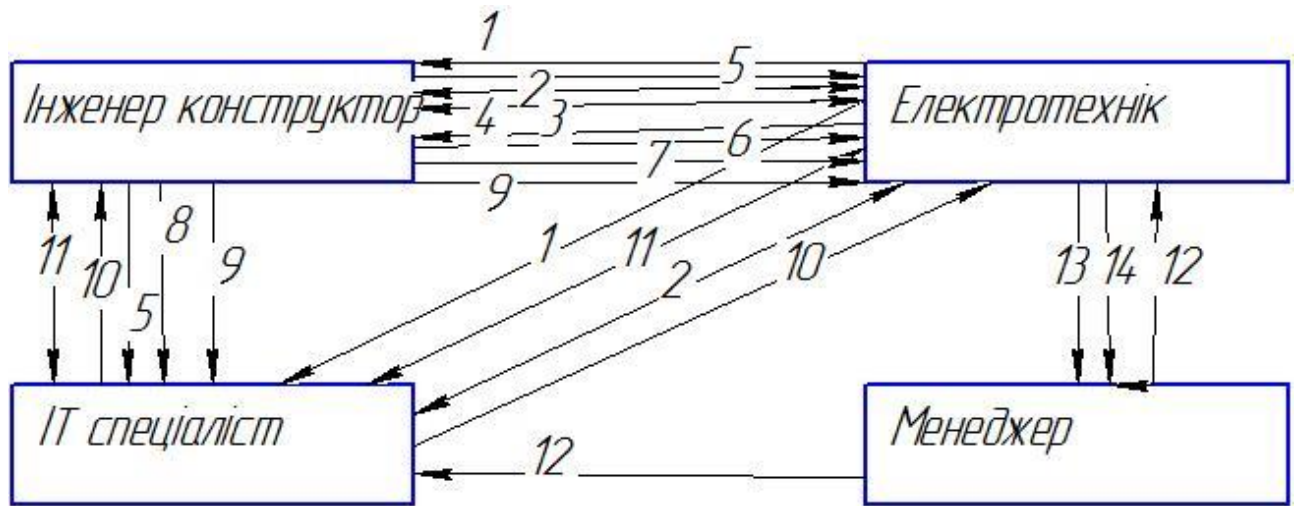


Рисунок 4.1 Графік розподілу завдань між партнерами

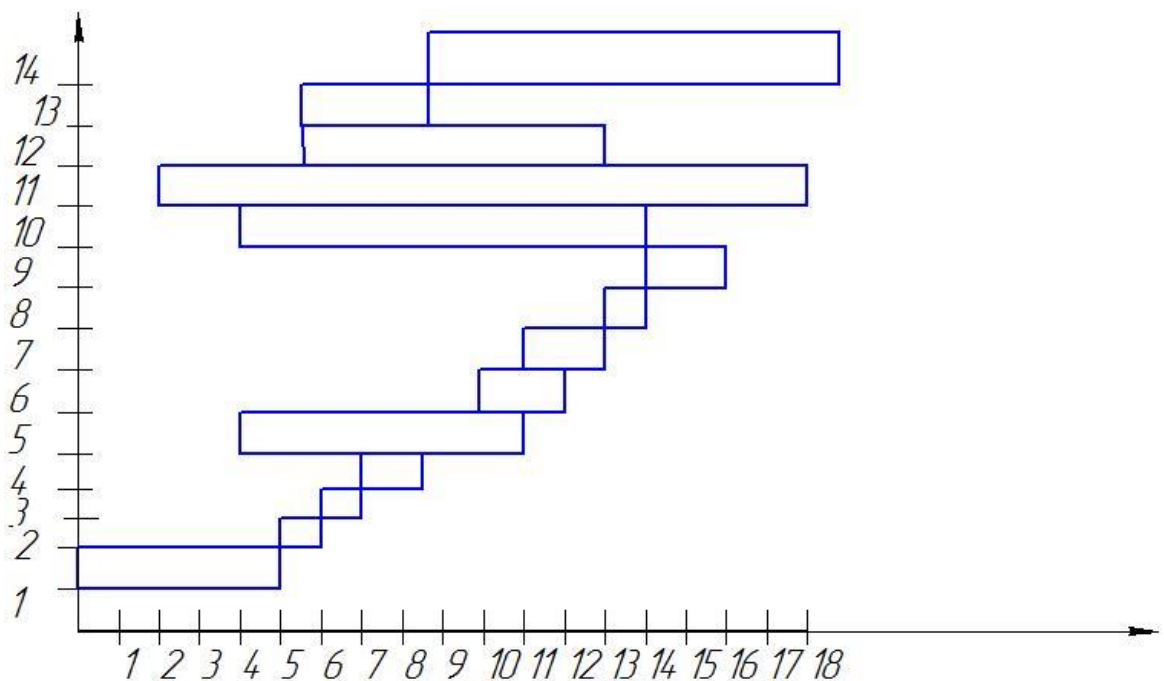


Рисунок 4.2 Графік часового розподілу завдань між партнерами

В результаті реалізації проекту при коректному та різнозначному розподілі обов'язків між кожним членом команди (рис. 4.1.) буде досягнена максимальна ефективність у роботі над стартап-проектом. Своєчасне планування та виконання завдань (рис. 4.2.), дозволить знизити можливі матеріальні ризики.

У таблиці 4.4 визначено дольову участь у стартап-проекті кожного учасника.

Таблиця 4.4

Фактор	Інженер-конструктор	Електротехнік	ІТ-спеціаліст	Менеджер	
<i>Ідея</i>	10	7	6	0	
<i>Підготовка бізнес плану</i>	2	2	2	10	
<i>Компетентність</i>	8	7	7	7	
<i>Залученість і ризику</i>	7	7	7	3	
<i>Обов'язки</i>	9	9	9	6	
<i>Разом</i>	247	209	210	194	860
<i>Процент</i>	28,72%	24,3%	24,4%	22,558%	100,0%

Згідно з даними, наведеними у попередніх таблицях, можна зробити висновок, що інженер-конструктор є ключовим членом команди стартап-проекту, так як саме він відповідає за ідею та від компетентності якого залежить успішна реалізація майбутнього продукту.

Метод морфологічного ящика або «морфологічний аналіз» складається з таких етапів:

1. Точне формулювання проблеми, що підлягає вирішенню.
2. Виявлення та охарактеризування усіх параметрів, які могли б увійти у вирішення заданої проблеми.
3. Конструювання морфологічного ящика або багатомірної матриці, що містить усі розв'язання заданої проблеми.
4. Аналіз рішень, їх оцінка з погляду цілей, які мають бути досягнуті.
5. Обрання та реалізація найкращих рішень.

Таблиця 4.5

Основні параметри	1 варіант	2 варіант	3 варіант
Кількість каналів	1	6	12
Вимірювання відведень	Окремо кожне відведення	6 відведень одночасно	Одночасно всі 12 відведень
Положення	Сидячи	Лежачи на спині	Лежачи на спині
Швидкість розгортки	5, 6,25, 10, 12,5, 25, 50, 100 мм/с	5, 10, 12,5, 25, 50 мм/с	5, 10, 25, 50 мм/с
Діапазон реєстрації ЧСС	10-260 уд/хв	20-280 уд/хв	30-300 уд/хв

MVP - мінімально життєздатний продукт відрізняється від мінімального доцільного продукту тим, що не має багатьох з тих опцій, які пізніше можуть виявитися важливими. Однак MVP потрібно створити таким чином, щоб можна було оцінити його успіх.

1-й MVP: Анамнез. Лікарі прослуховували серцебиття пацієнтів вручну, використовуючи таким чином лише дані ЧСС.

2-й MVP: Перший ЕКГ. Створення першого у світі електрокардіографа, розробка методу векторного аналізу електрокардіограми у рівнобедреному трикутнику.

3-й MVP: Розвиток ЕКГ. Розробка методики грудних відведень та стандартів розшифрування ЕКГ.

4-й MVP: Сучасні 12-канальні портативні ЕКГ. Сучасні електрокардіографи дають можливість одночасно знімати 12 відведень та зберігати бази даних пацієнтів. Також удосконалення програмного забезпечення та зменшення габаритів зробило можливим їх транспортування.

5-й MVP: Удосконалення першого відведення ЕКГ дасть змогу отримувати ЕКГ сигнали напряму від сигнальних точок каналу перикарду, легень та серця, що, у свою чергу, дасть змогу отримати нову інформацію.

Задля удосконалення апарату «Електрокардіограф» було розглянуто питання, що наведені у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6

Етапи	Продукти (послідовність заміщення)		
Минуле століття	Класичний одноканальний електрокардіограф	Вдосконалений електрокардіограф	Розумний електрокардіограф
Сьогодні	Ідея 1: Класичні одноканальні ЕКГ	Ідея 3: Підключення до ПК	Ідея 6: Використання термопринтеру на одночасного запису на ПК

Завтра	Ідея2: Багатоканальні ЕКГ	Ідея 4: Портативний і вдосконалений ЕКГ	Ідея 7: Прилад діагностики захворювання з навчально- розпізнавальним характером
Післязавтра	Агрегування 1:	Агрегування 2:	Агрегування 3:
Електрокардіографи XXI століття	Ідея 3: Підключення до ПК	Ідея 5: ЕКГ з розширеним функціоналом	Ідея 8 : Новітній електрокардіограф

Товар за задумом: прилад для графічної реєстрації електричних явищ, які виникають у серцевому м'язі під час його діяльності, з точками під'єднання сигнальних точок каналу перикарда, легень та серця.

Товар у реальному виконанні: зовні прилад виглядає як звичайний стаціонарний електрокардіограф. Графік ЕКГ відображається на LED-дисплеї. Живлення акумуляторне, або від мережі. Термін експлуатації системи: 10 років, з необхідністю заміни електродів кожних 5 років.

Товар з підкріпленням: відповідно до побажання замовників можливі різні комбінації комплектації для використання приладу. Ціна товару договірна в залежності від вибраної комбінації.

Головна проблема: неможливість отримати ЕКГ сигнал напряму від сигнальних точок каналу перикарду, серця та легень

4.2. Технологічний аудит проекту

У даному підрозділі ми проводимо аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею створення проекту. Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз складових які вказані в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність техно- логій
1.	Удосконалення електродів запису електричної активності серця	Наявність необхідних матеріалів для створення електродів (власне зажимів)	+	+
2	Удосконалення електродів запису	Наявність матеріалів для створення контактів «шкіра-	+	+

	електричної активності серця	електрод» у власне точках каналів перикарду та серця		
3	Обробка результатів дослідження	Наявність програмного забезпечення для первинної обробки результатів	+	+
4	Розробка приладу на основі проведених досліджень	Наявність різноманітних технологій для створення нових медичних приладів: електричний монтаж елементів, розробка інтегральної електричної схеми, розробка зовнішнього корпусу	+	+
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: можлива				

Проаналізувавши таблицю можна зробити висновок що наш проєкт є простим у створенні, для його реалізації наявні усі необхідні матеріали та технології. Для удосконалення електродів для зняття сигналу електричної активності серця, а саме – створення контактів зняття сигналу в точках каналів перикарду та серця – доступні усі потрібні технології.

4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначимо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть перешкодити його реалізації.

Це дозволяє проаналізувати потенційну успішність даного стартап-проекту. Аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку наведені у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8

<i>№ п/п</i>	<i>Показники стану ринку (найменування)</i>	<i>Характеристика</i>
1	Кількість головних гравців, од	Heaco (England) БИОМЕД (Україна)
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	1000000 грн/ум. од. 40000 грн/ ум. од.
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Тестування приладу, сертифікація та патентування.
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Сертифікація оцінки якості, надійності, енергоспоживання, наявності забруднювальних елементів середовища.
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	25%

Враховуючи, що банківський відсоток на вклад становить 13-18%, є менше рентабельності даного проекту, можна вважати, що є сенс вкладати гроші в даний стартап-проект. Враховуючи зростання динаміки ринку, можна сказати, що він є привабливим для входження, навіть незважаючи на наявність ще гравців на ринку.

Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
1.	Ефективні прилади для діагностики серцево-судинних та захворювань	Медичні діагностичні центри	Пошук продуктів які відповідають критеріям: ціна – якість, компактність, точність, здатність працювати в агресивних середовищах	<ul style="list-style-type: none"> • до продукції: якість, надійність, ціна, ефективність • до компанії-постачальника: надання якісної продукції та сервісу, гарантійна якість продукту
2.	Ефективне та точне портативне клінічне обладнання	Компанії що розробляють та обробляють деталі до медичних приладів та систем	Пошук продуктів які відповідають критеріям: ціна – якість, компактність, точність, здатність працювати в агресивних та нестабільних середовищах, портативність, простота, надійність	<ul style="list-style-type: none"> • до продукції: якість, надійність, ціна, ефективність • до компанії-постачальника: надання якісної продукції та сервісу, гарантійна якість продукту

Детальне дослідження потенційних клієнтів стартап-проекту показало, що основною цільовою аудиторією даного стартап-проекту є медично-діагностичні центри.

При застосуванні даної технології існують певні загрози, що описані у таблиці 4.10. Вони пов'язані зі швидким розвитком медичних технологій та конкуренцією на ринку.

Таблиця 4.10

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1	Зменшення попиту діагностику	Зменшення популярності класичної електрокардіографії, перехід споживачів на більш комплексну діагностику (ехоЕКГ)	Поступовий розвиток та модернізація електрокардіографів, збільшення спектру їх використання впровадження інновацій
2	Використання моделей інших компаній які мають ширший функціонал	Користувачі будуть націлені на той товар який даватиме можливість ширше оцінити результати діагностики, а саме стан організму	Урізноманітнення видів приладу, його функціоналу та способів використання збільшать спектр застосування приладу і тим самим зацікавлять споживача
3	Нестабільна економічна та політична ситуація у країні	Необхідність у імпортних деталях та приладах робить стартап-проект залежним від курсу валюти	Заміна імпортних деталей українськими аналогами
4	Поява нової компанії з виробництва електрокардіографів	Не зацікавленість компаній в закупівлі нових приладів з діагностики, у новій компанії, яка вийшла на ринок, та не має надійної репутації	Можливість тестового варіанту. Тобто підприємство може придбати декілька приладів та самостійно протестувати їх на пацієнтах або в клінічних умовах (термін три місяці). Після проходження тестового періоду, прилади можна або викупити, або повернути, у разі якщо прилад не виявив себе ефективним.
5	Неможливість реалізувати свій продукт на ринку	Велика конкуренція з боку інших компаній, що не дозволить молодій компанії розвиватись	Злиття з іншою компанією виробником подібної продукції, але на умовах окремого відділу, що спеціалізуватиметься на приладах певного типу діагностики.

Аналіз ринкового середовища показав факторами загроз, що можуть перешкодити впровадженню проекту є перехід споживачів на більш комплексні методи діагностики, що у свою чергу, зменшить популярність класичної електрокардіографії. Також, можливим фактором загроз може бути нестабільна економічна ситуації в країні, що також може призвести до можливих складнощів у реалізації стартап-проекту.

Але окрім загроз, існує ряд можливостей для даного стартап-проекту, що наведено у таблиці 4.11.

Таблиця 4.11

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст можливості</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1	Відсутність аналогів на ринку	Можливість монополії	Підвищення ціни товару.
2	Потреба доступної методики	Новітня розробка з підвищеними можливостями	Залучення інвесторів
3	Впровадження новітніх технологій	Покращення основних та спеціальних параметрів продукції	Підвищення попиту та ціни.
4	Високий попит на продукцію	Збільшення кількості обсягів виробництва	Збільшення кількості одиниць товару
5	Зростання доходів населення	Збільшення продажів	Збільшення кількості одиниць товару або підняття ціни за одиницю товару

Найголовніше на сьогоднішній день – це впровадження нових методик для діагностики. Медичні апарати, що використовують новітні підходи для діагностики цінують більше, а відсутність аналогів на ринку підвищує вартість товару на ринку.

Важливим кроком є аналіз конкуренції на ринку. Такий аналіз можна проводити ступенево (табл. 4.12.), або ж за допомогою аналізу конкуренції в галузі за М. Портером (табл. 4.13.).

Таблиця 4.12

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється дана характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)</i>
1. Монопольна конкуренція	Подібна продукція різних компаній, що орієнтована на певну частину ринку	Пропонування тестових варіантів приладів, безоплатне встановлення продукту, навчання персоналу працювати на даному приладі, розрахунок виробництва на технологічність із даним приладом, знижки, спеціальні пропозиції, прямі домовленості з компаніями стосовно покупки продукту
2. Національний рівень	Можливість компанії швидко розвиватися в межах національного	Відповідати умовам якісної та надійної продукції, яка має не завищену ціну

	ринку та впевнено конкурувати з зарубіжними компаніями	
3. Внутрішньогалузева конкуренція	Створення продукту схожого до продуктів інших компаній але з деякими відмінностями	Компанія буде виготовляти продукцію яка буде відрізнятися методом діагностики та якістю і швидкістю проведених досліджень
4. Товарно-видова конкуренція	Конкуренція компанії з іншими підприємствами, які спеціалізуються на виготовленні приладів такого ж напрямку	При представленні продукту, акцентувати увагу на перевагах власного продукту перед продуктом компанії-конкурента
5. Цінова перевага	Перевага продукції ціні	Вказати ціну, яка була б у середньому меншою за середню по ринку.
6. Марочна продукція	Виробництва продукту під власною торговою маркою та логотипом	Розробка логотипу та марки, яка б відповідала спеціалізації компанії, та показувала б на чому спеціалізується компанія

Ступеневий аналіз конкуренції ринку показав, що не дивлячись на високу конкуренцію з боку подібних компаній, за рахунок новизни підходу, а також всесторонній підтримці свого продукту: технічній підтримці, навчання персоналу, пропонування тестового періоду використання продукту можна заслужити лояльність споживачів, що в свою чергу призведе до збільшення кількості потенційних користувачів.

Ступеневий аналіз конкуренції в галузі за М. Портером наведено у таблиці 4.13

Таблиця 4.13

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	<i>БИОМЕД (Україна)</i>	<i>Heaco (England)</i>	<i>Компанії медичних приладів</i>	<i>Забезпечення якості та швидкості діагностики</i>	<i>Ціна, схожі типи конструкцій, якість, інші методи діагностики</i>
Висновки:	Велика кількість продукції від компаній, що уже встигли заслужити	Компанія довго на ринку, має значну довіру в клієнтів, та є однією з	Сертифікований продукт	Якісна оцінка стану здоров'я	Робота розглянутих приладів лише з

	довіру споживачів може спричиняти труднощі у реалізації продукту молодій компанії	передових та найбільш інноваційних. Компанія закріпила свої позиції сильного та надійного виробника.	її, відсоток від виробленого та проданого товару	, ефективна робота на виробництві, довготривала робота приладів	певною віковою групою
--	---	--	--	---	-----------------------

За результатами аналізу таблиці можемо зробити висновок, що прямим конкурентом на території України є БІОМЕД, велика різноманітність продукції та уже зароблена репутація створюють перешкоди для виходу на ринок, проте компанія спеціалізується на класичних підходах до діагностики, що дає можливість новій компанії вийти на ринок зі своєю пропозицією. Неасо – є прямими конкурентами на міжнародному ринку, тому і вихід на міжнародний ринок ускладнюється.

Обґрунтування факторів конкурентоспроможності наведено у таблиці 4.14

Таблиця 4.14

<i>№ п/п</i>	<i>Фактор конкурентоспроможності</i>	<i>Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)</i>
1	Новий метод діагностики	Новий метод дає точну та якісну оцінку при діагностиці за короткий час
2	Можливість отримання ЕКГ-сигналів напряму з сигнальних точок перикарду на серця	Дає змогу отримати більш повну картину роботи серця

Обґрунтування факторів конкурентоспроможності показало, що існує фактор необхідності у створенні нового методу для діагностики та візуалізації тканин серця людини. Враховуючи те, що ринок вітчизняних виробників у даній сфері майже вільний, попит на товар буде великим. Також, впровадження нових методик може грати на користь та створити бренд.

У таблиці 4.15 наведено порівняльний аналіз сильних та слабких сторін приладу «Електрокардіограф комплексної діагностики та візуалізації тканини серця людини».

Таблиця 4.15

№ n/ n	Фактор конкурентоспроможності	Бал и 1- 20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з ... (назва підприємства)						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Новий метод діагностики	16			+				
2	Система термодруку	14		+					
3	Загальний та дефібриляторний захист	10			+				
4	Більший діапазон вибору чутливості	13					+		
5	Захист класу I CF з вбудованим електричним ланцюгом захисту від дефібриляції	15						+	
6	Можливість створення бази ЕКГ	7					+		
7	Швидкість роботи	17						+	
8	Одночасна реєстрація 12 каналів ЕКГ	18		+					

Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «Способу комплексної діагностики та візуалізації тканин серця людини» показав, що фактор конкурентоспроможності маркетингові пропозиції нашого проекту трохи слабші ніж у БІОМЕД. БІОМЕД уже давно перебуває на ринку та спромігся створити собі хорошу репутацію та базу лояльних клієнтів. До сильних факторів конкурентоспроможності можна віднести – ціну, маркетингову пропозицію та новизну проекту.

SWOT-аналіз стартап-проекту наведено у таблиці 4.16

Таблиця 4.16

<p>Сильні сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) прилад використовує новий підхід до зняття едектрокардіограми, що дає змогу отримати більш повну картину роботи серця 2) відсутність аналогів на ринку 3) запатентована методика 4) низька собівартість 	<p>Слабкі сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) новий гравець на ринку медичних приладів 2) відсутність достатньої кількості клінічних випробувань 3) Можлива вузька спеціалізація
<p>Можливості:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) відсутність аналогів на ринку 2) потреба у нових методиках та впровадження новітніх технологій 3) іноземні інвестиції 	<p>Загрози:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) зменшення попиту на ринку, 2) нестабільна політико-економічна ситуація у країні 3) використання моделей інших компаній 4) неможливість реалізувати свій продукт на ринку

Зі SWOT-аналізу данного стартап-проекту стає зрозуміло, що сильною стороною проекту є інноваційність ідеї та розширені можливості підходу зняття електрокардіограм. Слабкою стороною проекту є можлива складність у роботі з іншими системами та вузька спеціалізація. Нестабільна політико-економічна ситуація у країні, недовіра до нового гравця на ринку медичних приладів, також досить велика конкуренція є факторами загрози, проте відсутність аналогів на ринку та потреба у нових методиках діагностики є можливостями.

Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту наведено у таблиці 4.17

Таблиця 4.17

<i>№ п/п</i>	<i>Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки</i>	<i>Ймовірність отримання ресурсів</i>	<i>Строки реалізації</i>
1	Представлення нової якісної продукції	Отримання ресурсів від купівлі приладу з метою оцінити його, як новизну на ринку	16 місяців
2	Зосередженість на системах електрокардіографічної діагностики	Покупка продукту компаніями, що надають послуги саме даного виду діагностики	17 місяців
3	Представлення додаткових функцій продукту	Продаж додаткових комплектуючих для розширення функціоналу приладу	4 місяці

На основі SWOT-аналізу розроблено альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок. Було обрано варіант, що передбачає продаж додаткових комплектуючих для розширення функціоналу електрокардіографів. Так як підключити електроди можна до звичайного електрокардіографа – можливий варіант створення не самого приладу, а лише додатку для розширеної діагностики, що складатиметься з комплексних електродів.

4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

У розділі було розглянуто розробку ринкової стратегії проекту.

Вибір цільових груп потенційних споживачів наведено у таблиці 4.18

Таблиця 4.18

<i>№ n/ n</i>	<i>Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів</i>	<i>Готовність споживачів сприйняти продукт</i>	<i>Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)</i>	<i>Інтенсивність конкуренції в сегменті</i>	<i>Простота входу у сегмент</i>
<i>1</i>	Медичні діагностичні центри	Удосконалений електрокардіограф можна використовувати для виявлення серцево-судинних розладів, які важко діагностувати за допомогою звичайного ЕКГ	Компанії, що надають послуги діагностики серцево-судинних захворювань, як приватні так і державні	Можливість компаній створювати свій продукт, який зможе конкурувати з розробленим продуктом	Новий підхід до зняття електрокардіограми зацікавить лікарів функціональної діагностики ширшим спектром можливостей діагностики
<i>2</i>	Компанії що розробляють та обробляють деталі до медичних приладів та систем	Використання продукту може зменшити кількість необхідних діагностик, що зацікавить споживачів	Групи компаній що використовують медичне обладнання	Окремі установки для діагностики захворювання (електроенцефалограми, ехоЕКГ, тощо)	Можливість зменшити кількість необхідних діагностичних установок

З огляду на існуючу інформацію було обрано цільову групу №1.

Визначення базової стратегії розвитку наведено у таблиці 4.11

Таблиця 4.19

<i>№ n/n</i>	<i>Обрана альтернатива розвитку проекту</i>	<i>Стратегія охоплення ринку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи</i>	<i>Базова стратегія розвитку*</i>
<i>1</i>	Електрокардіографи комплексної діагностики та візуалізації тканини серця людини	<ul style="list-style-type: none"> Розвиток ідеї Залучення інвесторів Розробка прототипу Представлення продукту на виставках Реклама Пошук та співпраця з науково-дослідними установами 	<ul style="list-style-type: none"> Здатність здійснювати більш ширший спектр досліджень, навідміну від звичайних електрокардіографів Зменшення кількості необхідних аналізів та перевірок для 	<ul style="list-style-type: none"> Стратегія мінімізації витрат: Розробка недорогого продукту, за рахунок дешевих комплектуючих Залучення внутрішніх та зовнішніх інвестицій

			постановки точного діагнозу	<ul style="list-style-type: none"> Представлення продукту на виставках
2	Мобільні переносні електрокардіографи	<ul style="list-style-type: none"> Розвиток ідеї Залучення інвесторів Розробка прототипу Представлення продукту на виставках Співпраця з компаніями реалізаторами 	<ul style="list-style-type: none"> Компактність Швидкість калібрування та налаштування перед проведенням дослідів Точність 	<ul style="list-style-type: none"> Стратегія мінімізації витрат: Розробка недорогого продукту, за рахунок дешевих комплектуючих Залучення внутрішніх та зовнішніх інвестицій Представлення продукту на виставках

Базова стратегія розвитку передбачає зосередження на потребах певної цільової групи та максимально повне задоволення усіх потреб. Від правильного вибору стратегії залежать всі подальші маркетингові дії та цінова політика.

Визначення базової стратегії конкурентної поведінки у таблиці 4.20

Таблиця 4.20

<i>№ п/п</i>	<i>Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?</i>	<i>Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?</i>	<i>Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?</i>	<i>Стратегія конкурентної поведінки *</i>
1	На ринку представлено велику кількість багатоканальних електрокардіографів, проте суттєвою відмінністю даного продукту є введення нових методик зняття електрокардіограми	Компанія буде зосереджувати свій напрямок у пошуку нових наукових приладів і систем діагностики, що відкриваються, тобто шукатиме нових споживачів	В даному продукті оригінальними частинами від товару конкурента будуть електроди. Інші частини продукту будуть схожими з товаром конкурента.	Наступальна війна, що полягатиме в нових властивостях і функціях продукту. Тип наступу-фланговий наступ, що буде включати в себе захоплення нових територій, а саме підприємства та компанії, які працюють з медичними приладами, в основному компанії

				що спеціалізуються на діагностиці.
2	Моделі переносних електрокардіографів широко представлені на ринку медичних приладів, тому конкуренція досить суттєва.	Компанія буде зосереджуватись на клієнтах компаній конкурентів, представляючи переваги свого продукту перед іншими продуктами	В даному продукті однаковими або схожими частинами з товаром конкурента, будуть базові комплектуючі ЕКГ. Інші частини продукту будуть оригінальними.	Фланговий наступ та захоплення нових науково дослідних установ.

Так як компанія тільки виходить на ринок, головне завдання для неї – поступове збільшення лояльності до компанії, шляхом турботи про клієнтів, розвитку своєї конкурентної переваги, формуванні прихильності покупців.

Визначення стратегії позиціонування наведено у таблиці 4.21

Таблиця 4.21

<i>№ п/п</i>	<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>	<i>Ключові конкурентосп роможні позиції власного стартап- проекту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)</i>
1	Здатність товару якісно і ефективно виконувати поставлену задачу. Можливість товару покращити діагностику.	Стратегія мінімізації витрат: <ul style="list-style-type: none"> Розробка недорогого продукту, за рахунок дешевих комплектуючих Залучення внутрішніх та зовнішніх інвестицій Представлення продукту на виставках 	Здатність електрокардіографу найбільш точно надавати заключення, які не дозволяє зробити звичайний електрокардіограф.	1. Робота з різними групами пацієнтів 2. Ефективність процесу діагностики 3. Точність
2	Здатність продукту ефективно працювати в клінічних та неклінічних умовах.	Стратегія мінімізації витрат: <ul style="list-style-type: none"> Розробка недорогого продукту, за рахунок дешевих комплектуючих Залучення внутрішніх та зовнішніх інвестицій Представлення продукту на виставках 	Швидке налагодження роботи представленого продукту при роботі в різних клінічних випадках	1. Компактність 2. Швидке налаштування 3. Точність

Головною вимогою до товару у основної цільової аудиторії є здатність товару швидко і точно виконувати свою роботу та давати можливість робити більш точну діагностику. Ключові характеристики, що формують позицію бренда на ринку – надійність, інновативність, точність.

4.4. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Визначення ключаових переваг концепції потенційного товару наведено у таблиці 4.22

Таблиця 4.22

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба</i>	<i>Вигода, яку пропонує товар</i>	<i>Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)</i>
1.	Ефективні прилади для діагностики серцево-судинних та психологічних захворювань	Здатність швидко і точно робити діагностику	Можливість використання не лише для діагностики серцево-судинних захворювань, але і в цілому для оцінки загального стану людини, що важко зробити за допомогою звичайного ЕКГ
2.	Ефективне та точне портативне клінічне обладнання	Швидке калібрування та налаштування	Легкість, портативність приладу, та його простота у використанні

Формування маркетингової концепції товару показало, що основними перевагами товару на ринку є здатність швидко і точно робити діагностику а також швидко і точно калібрувати та налаштовувати прилад.

Опис трьох рівнів моделі товару наведено у таблиці 4.23

Таблиця 4.23

<i>Рівні товару</i>	<i>Сутність та складові</i>		
I. Товар за задумом	Електрокардіограф комплексної діагностики та візуалізації тканини серця людини		
	Властивості/характеристики	М/Нм	Тх /Тл/Е

II. Товар у реальному виконанні	1. Запис відбувається за допомогою термопринтера з високою роздільною здатністю, термодрук 8 точок / мм (по вертикалі), 40 точок / мм (по горизонталі), ширина паперу 50 мм. 2.Вимірювання 5, 10, 12.5, 25, 50 мм/с 3. Кількість відведень - 12 4. Умови експлуатації: 5°С...+35°С 5. Габаритні розміри, не більше 277мм×317мм×65мм 6. Маса, не більше 2,5 кг		
	Якість: вимірювання в межах - 0,0009...1%		
	Для даного приладу розроблено індивідуальний кейс, у якому наявні всі основні комплектуючі: електрокардіограф, електроди, папір для друку, розчин для контакту		
	Марка: MDC, Електрокардіограф комплексної діагностики та візуалізації тканини серця людини		
III. Товар із підкріпленням	До продажу: Електрокардіограф		
	Після продажу: Електрокардіограф комплексної діагностики та візуалізації тканини серця людини		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: патентування виробу та його складових, та закритість та закритий тип продукту, печатки на продукті, можливість ремонту тільки в сервісному центрі компанії виробника.			

Опис трьох рівнів моделі товару показав, що основний задум даного стартап-проекту полягає розширенні функціоналу електрокардіографів задля отримання більш повних даних про роботу серця людини. Якість вимірювання варіюється у межах - 0,0009...1%. Даний метод буде захищено від копіювання комерційною таємницею.

Визначення меж встановлення ціни наведено у таблиці 4.24

Таблиця 4.24

<i>№ п/п</i>	<i>Рівень цін на товари- замінники</i>	<i>Рівень цін на товари- аналоги</i>	<i>Рівень доходів цільової групи споживачів</i>	<i>Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу</i>
1.	20000-30000 грн	20000-45000 грн	150000 грн/міс. – 1000000 грн/міс.	12000 грн – 80000 грн
2.	20000-25000 грн	20000-40000 грн	100000 грн/міс. – 2000000 грн/міс.	10000 грн – 90000 грн

При визначенні меж встановлення ціни було з'ясовано, що рівень доходів цільової групи споживачів складає приблизно 150 – 1000 тисяч гривень, товари-замінники коштують – 20-30 тисяч гривень, аналоги – 20-45 тисяч гривень, верхня та нижня межа встановлення ціни на товар складає – 12-80 тисч гривень, що дає перевагу над товарами-замінниками та товарами-аналогами.

Формування системи збуту наведено у таблиці 4.25

Таблиця 4.25

<i>№ n/n</i>	<i>Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Функції збуту, які має виконувати постачальник товару</i>	<i>Глибина каналу збуту</i>	<i>Оптимальна система збуту</i>
1	Необхідність в приладах для діагностики захворювання	Якісне обладнання доставлене в потрібне місце в заданий час	Продаж компаніям та підприємствам з ухилення на діагностику	Тендери, виставки, магазини з контролю здоров'я, інтернет магазини
2	Необхідність у менш громіздких портативних та швидких приладах	Якісне обладнання доставлене в потрібне місце в заданий час	Продаж науково-дослідним установам які потребують такі продукти	Тендери, виставки, магазини з контролю та діагностики здоров'я, інтернет магазини

Сьогодні пошук товарів частіше за все відбувається через інтернет, закупівля приладів буде вестися напряду з виробником, у випадку участі у тендерах – через тендерні комітети.

Концепцію маркетингових комунікацій наведено у таблиці 4.26

Таблиця 4.26

<i>№ n/n</i>	<i>Специфіка поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти</i>	<i>Ключові позиції, обрані для позиціонування</i>	<i>Завдання рекламного повідомлення</i>	<i>Концепція рекламного звернення</i>
1	Пошук продуктів які відповідають критеріям: ціна – якість, компактність, точність, здатність працювати в агресивних середовищах	Тендери, виставки, інтернет ресурси, магазини спеціального обладнання	Робота з новими методами діагностики захворювань серцево-судинних та психологічних, Принципово новий підхід до роботи електрокардіографа	Показати клієнтам яким чином можна збільшити ефективність та простоту діагностики за допомогою даного продукту	Продукт може використовуватись для діагностики захворювання у всіх людей
2	Пошук продуктів які відповідають критеріям: ціна – якість, компактність,	Тендери, виставки, інтернет ресурси, магазини	Переносне, контрольне та діагностичне обладнання для клінічно-дослідних установ	Показати клієнту основні позитивні аспекти і переваги при	Робота продукту у та поза клінічних, науково дослідних установ

	точність, здатність працювати в агресивних та нестабільних середовищах, портативність, простота, надійність	спеціального обладнання		використані даного продукту	
--	---	----------------------------	--	-----------------------------------	--

Враховуючи на те, що споживачі досить насторожено ставляться до нових медичних приладів на ринку, основним каналом комунікації, враховуючи також специфіку приладу – новизну підходу, за яким він працює, можна назвати виставки, де у виробника буде можливість продемонструвати роботу приладу та познайомити його зі споживачами.

4.5. Виробничий план

У данному розділі доведено можливість ефективного організаційного та ресурсного забезпечення проекту. У таблиці 4.27 складено календарний план-графік реалізації проекту.

Таблиця 4.27

№ з/ п	Етапи реалізації	Період реалізації проекту						
		0-й рік ¹				1-й рік	2-й рік	3-й рік
		1-й кв.	2-й кв.	3-й кв.	4-й кв.			
1.	Проведення НДДКР	+	+	+	+	+	+	
2.	Розробка проектних матеріалів і ТЕО	+	+	+	+	+	+	
3.	Робоче проектування і прив'язка проекту	+	+	+	+	+		
4.	Створення компанії			+	+			
5.	Придбання нематеріальних активів, отримання дозвільних документів тощо			+	+			
6.	Придбання й оренда земельних ділянок, будівель, приміщень, споруд					+		
7.	Придбання обладнання, устаткування та пристроїв					+		
8.	Передвиробничі маркетингові дослідження		+	+	+			
9.	Приймально-здавальні випробування		+	+	+			
10.	Пусконаладжувальні роботи		+	+				

11 .	Освоєння проектних потужностей				+	+		
13 .	Придбання матеріальних ресурсів	+	+	+	+	+	+	+
13 .	Запуск виробництва					+	+	
14 .	Продаж продукції					+	+	+

У таблиці 4.28-4.29 визначено потребу у основних засобах (земельних ділянках, будівлях, приміщеннях, спорудах, передавальних пристроях, обладнанні), необхідних для реалізації проекту.

Таблиця 4.28

<i>№ з/п</i>	<i>Тип приміщення (будівлі, ділянки, споруди)</i>	<i>Кількість одиниць</i>	<i>Площа, кв. м</i>	<i>Вимоги до приміщення (будівлі, ділянки, споруди)</i>	<i>Умови надання</i>	<i>Вартість, тис. грн.</i>
1.	Офісне приміщення	1	30	Відповідно до ДСТУ	Оренда	15 тис грн/місяць
2.	Лабораторне приміщення	1	56	Відповідно до ДСТУ	Оренда	30 тис грн/місяць
Разом:			86	—	—	45 тис грн/місяць

Таблиця 4.29

<i>№ з/п</i>	<i>Вид обладнання (устаткування, пристрою)</i>	<i>Тип (модель)</i>	<i>Виробник обладнання (устаткування, пристрою)</i>	<i>Терміни постачання</i>	<i>Вартість, тис. грн.</i>
1.	Інформаційні ресурси	Десертації, наукові статті, тощо	-	3 місяці	5 тис. грн.
2.	ПК (3 шт.)	1040 G3	HP		50 тис грн.
3.	Програмне забезпечення	Windows 7; пакет Office; Matlab	Microsoft; Microsoft; MathWorks	6 місяців	75 тис. грн.
4.	Функціональні деталі			4 місяці	50 тис грн
Разом:		—	—	—	180 тис грн

У таблиці 4.30 визначено обсяг витрат на залучення нематеріальних активів, необхідних для реалізації стартап-проекту.

Таблиця 4.30

<i>№ з/п</i>	<i>Вид активів</i>	<i>Активи, що можуть бути віднесені до даного виду</i>	<i>Вартість, тис. грн.</i>
1.	Права користування природними ресурсами	(право користування надрами, іншими ресурсами природного середовища, геологічною та іншою інформацією про природне середовище)	---
2.	Права користування майном	(право користування земельною ділянкою відповідно до земельного законодавства, право користування будівлею, право на оренду приміщень тощо)	40 тис. грн.
3.	Права на комерційні позначення	(права на торговельні марки (знаки для товарів і послуг), комерційні (фірмові) найменування тощо)	---
4.	Права на об'єкти промислової власності	(право на винаходи, корисні моделі, промислові зразки, сорти рослин, породи тварин, компонування інтегральних мікросхем, комерційні таємниці, у тому числі ноу-хау, захист від недобросовісної конкуренції)	80 тис. грн.
5.	Авторське право та суміжні з ним права	(право на літературні, художні, музичні твори, комп'ютерні програми, фонограми, відеограми, передачі (програми) тощо)	10 тис. грн
6.	Інші активи	(право на провадження діяльності, використання економічних та інших привілеїв тощо)	---

У таблиці 4.31 визначено плановий обсяг виробництва продукції стартап-проекту (в натуральних показниках) по роках.

Таблиця 4.31

<i>Вид продукції</i>	<i>Одиниця виміру</i>	<i>Обсяги виробництва за період</i>		
		<i>1-й рік</i>	<i>2-й рік</i>	<i>3-й рік</i>
Прилад	шт	100	2000	5000

У таблиці 4.32 визначено плановий потребу у матеріальних ресурсах та комплектуючих.

Таблиця 4.32

<i>№ з/п</i>	<i>Вид ресурсу</i>	<i>Одиниця виміру</i>	<i>Витрати на одиницю продукції в натуральних показниках</i>	<i>Вартість на одиницю продукції, тис. грн.</i>	<i>Вартість за плановим обсягом виробництва за період, тис. грн.</i>		
					<i>1-й рік</i>	<i>2-й рік</i>	<i>3-й рік</i>
1.	Комплектуючі						
1.1.	Корпус	шт		0,3	0,6	-	-
1.2.	Електроди	шт		0,5	0,7	-	-
1.3.	Проводи	шт		0,2	1	-	-
1.4.	USB дріт	шт		0,1	0,2	0,5	0,5

1.5	Друкована плата	шт		1	3	4	4
1.6	Датчики	шт		1,5	3	4	4
1.7	Термопринтер	шт		0,4	1	1,5	1,6
Всього комплектуючих		—	—	4	9,5	10	10,1
2.	Сировина						
2.1.	Біологічні зразки			5	10	10	10
Всього сировини				5	10	10	10
Разом:		—	—	9	19,5	20	20,1

У таблиці 4.33 визначено плановий потребу та витрати на персонал.

Таблиця 4.33

№ з/п	Категорія персоналу	Чисельність	Заробітна плата, тис грн. на місяць	Відрахування на соціальні заходи, тис грн. на місяць	Витрати на оплату праці за період, тис. грн.		
					1-й рік	2-й рік	3-й рік
1.	Інженер-електрик	1	15	2,76	170	200	226
2.	Інженер конструктор	1	15	2,19	170	200	190
3.	ІТ- спеціаліст	1	13	2,47	156	180	210
4.	Менеджер-маркетолог	1	12	2,28	144	168	190
Разом:			55	9,7	640	748	816

У таблиці 4.34 визначено загальні початкові витрати проекту.

Таблиця 4.34

№ з/п	Стаття витрат	Обсяги витрат в 0-й рік, тис. грн.
1.	Проведення НДДКР	10
2.	Розробка проектних матеріалів і ТЕО	10
3.	Робоче проектування і прив'язка проекту	8
4.	Витрати на придбання й оренду земельних ділянок, будівель, приміщень, споруд	540
5.	Витрати на придбання обладнання та устаткування та пристроїв	180
6.	Витрати на приймально-здавальні випробування	15
7.	Витрати на пусконаладжувальні роботи	11
8.	Комплексне освоєння проектних потужностей	6
9.	Витрати на придбання нематеріальних активів	130
10.	Одноразові виплати, зокрема гарантуючим і страховим організаціям	70
11.	Витрати на створення оборотного капіталу, необхідного для початку операційної діяльності (створення виробничих запасів, передплата сировини, матеріалів і комплектуючих виробів, які мають бути поставлені на початку операційної діяльності)	70

<i>№ з/п</i>	<i>Стаття витрат</i>	<i>Обсяги витрат в 0-й рік, тис. грн.</i>
12.	Податкові платежі (земельний, комунальний та інші), здійснені до початку операційної діяльності	55
13.	Оплата юридичних послуг	40
14.	Витрати на передвиробничі маркетингові дослідження і створення збутової мережі	25
15.	Витрати, пов'язані з діяльністю персоналу	700
<i>Разом</i>		<i>1870</i>

У таблиці 4.35 визначено планові загальногосподарські витрати.

Таблиця 4.35

<i>№ з/п</i>	<i>Стаття витрат</i>	<i>Витрати за період, тис. грн.</i>		
		<i>1-й рік</i>	<i>2-й рік</i>	<i>3-й рік</i>
1.	Витрати на оренду земельних ділянок, будівель, приміщень, споруд	540	540	540
2.	Витрати на обладнання, устаткування та пристрої	1500	150	150
3.	Витрати на придбання нематеріальних активів	130	130	130
4.	Витрати на персонал (на відрядження, соціальні заходи тощо)	700	700	700
5.	Витрати на зв'язок	35	35	40
6.	Витрати на утримання обладнання та приміщень	40	40	40
7.	Витрати на збут	30	40	40
8.	Витрати на просування та рекламу	80	30	20
9.	Оплата юридичних послуг	40	40	40
<i>Разом:</i>		<i>3095</i>	<i>1705</i>	<i>1700</i>

У таблиці 4.36 визначено загальний організаційний план.

Таблиця 4.36

<i>Критерій</i>	<i>Зміст</i>
<i>Основна освіта</i>	Інженер
<i>Додаткова освіта, спеціалізація</i>	Менеджмент та маркетинг
<i>Необхідний досвід роботи</i>	Мінімум 1 рік роботи
<i>Завдання</i>	Конструкторське проектування
<i>Знання</i>	Програмного забезпечення для моделювання плат, принципи роботи ті конструювання медичних приладів
<i>Навички, вміння, ділові якості</i>	Вміння швидко приймати рішення, брати на себе відповідальність
<i>Особистісні якості</i>	Пунктуальність, відповідальність, цілеспрямованість
<i>Мотивація (що можемо запропонувати)</i>	Професійний молодий колектив, постійний розвиток, висока заробітна плата та премії

З урахуванням даних з таблиць 4.30 – 4.36 визначаємо обсяг загальних початкових витрат, необхідних для реалізації проекту (витрат, що мають бути понесені до початку основної діяльності в 0-й рік реалізації проекту) та загальний організаційний план. Розраховано одноразові та регулярні виплати, усі витрати, пов'язані з виробництвом, реалізацією та збутом товару. За 0й рік обсяги витрат за підрахунками склали 1870 тис. гривень.

Висновки до 4 розділу

Розглянувши сучасні актуальні методики дослідження роботи серцево-судинної системи, можна помітити, що методи, за якими працюють на даний момент у медичних установах потребують нових підходів. Це створює певний попит у працівників сфери охорони здоров'я у нових універсальних методиках.

Запропонована методика полягає у можливості комплексного дослідження стану серцево-судинної системи. А саме у вимірюванні сигналу з каналів меридіанів серця, легень та перикарду. Дана методика є новаторською, що зможе стати конкурентною перевагою для даного стартап-проекту, та зможе зробити з цього бренд. У даній роботі проаналізовано усі етапи виведення стартап-проекту на ринок. Було визначено ринкові перспективи проекту, наведено графіки та принципи організації виробництва, фінансовий аналіз та аналіз ризиків і заходи з просування пропозиції для інвесторів.

З огляду на усі розглянуті, дані можна зробити висновки, що на даний час є можливість ринкової комерціалізації проекту, оскільки наявний високий попит споживачів на продукцію вітчизняного виробництва (в зв'язку з її доступністю). Також до одних із факторів майбутньої успішності стартап-проекту можна віднести відносну відсутність обмежень для входу та позитивну динаміку ринку медичного обладнання.

Даний проект має велику кількість сильних конкурентних сторін, що робить його потенційно успішним. Проте, незважаючи на це, за результатами досліджень для даного стартап-проекту обрано альтернативу впровадження – розробку додаткових елементів до електрокардіограм – а саме розробка функціональних електродів для вимірювання сигналів з каналів серця, легень та перикарду.

Даний варіант є найпростішим та найшвидшим можливим варіантом.

Враховуючи високий попит споживачів, позитивну динаміку ринку медичної апаратури, низьку інтенсивність конкуренції та якісні відмінності даного продукту від продуктів конкурентів, вважаю доцільним подальше виконання проекту.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Швидкі темпи розвитку медицини та медичного приладобудування ставлять перед сучасними розробниками питання про підвищення якості і ефективності діагностики різноматніних захворювань. Серце-судинні захворювання є одними із найпоширеніших у світі, тому удосконалення існуючих електрокардіографів та пошук нових методів діагностики є актуальним завданням.

До методів традиційної китайської медицини зараз прикута увага світової медичної спільноти, адже сучасність потребує нових підходів до роботи з пацієнтами та діагностики хвороб. У свою чергу, саме ТКМ розглядає не окрему хворобу, а саме тіло та його роботу загалом.

У наведених літературних джерелах приведені приклади різноманітних досліджень, що стосуються ТКМ: для даного дослідження були обрані меридіани перикарду, легень та серця. Для їх дослідження були розроблені спеціальні функціональні електроди, що дають можливість знімати сигнали безпосередньо з каналів серця, перикарду та легень.

Було проведено експеримент зі зняття електрокардіограми стандартним методом, та за допомогою функціональних електродів. Експеримент проходив за таким алгоритмом: спочатку проводилося вимірювання ЕКГ з використанням стандартних електродів (що входять в комплекс, який був використаний у даному дослідженні). Потім відбувався запис електрокардіограми протягом 2 хвилин. Основна задача полягала у отриманні 10 рівномірних кардіоциклів, задля подальшої статистичної обробки кількісних показників. Отримані дані було збережено у MS Excel. Другий етап включав в себе вимірювання ЕКГ шляхом вимірювання сигналів з каналу серця. До апаратного комплексу підключалися нові комплексні електроди, що вимірюються сигнали безпосередньо за каналів меридіанів перикарду та серця. На третьому етапі проводився запис ЕКГ безпосередньо з каналу перикарду. На четвертому – проводилося зняття електрокардіограми з каналу легень.

Вимірювання проводилось в контрольній групі різних вікових категорій: старша та молодша вікова групи.

Аналіз отриманих ЕКГ здійснювався наступним шляхом: було вимірено значення амплітуди зубців стандартної ЕКГ, ЕКГс, ЕКГп та ЕКГл. Було встановлено характеристичні точки, зроблено порівняння зареєстрованих ЕКГ зі стандартними. Усі виміри проводилися у першому відведенні.

Було встановлено, амплітуди основних зубців ЕКГ мають більші значення при знятті електрокардіограми з точок меридіанів. Це може свідчити про те, що електричний сигнал дійсно проходить по певних лініях тіла людини, що може слугувати підспі'ям для подальших досліджень у цій області.

Також встановлено, що інтервали серцевих скорочень при вимірах звичайної ЕКГ, та ЕКГс, ЕКГп та ЕКГл майже не відрізняються.

Розглянувши сучасні методики діагностики та проаналізувавши сучасний стан ринку медичних приладів було зроблено висновок, що існує попит у працівників сфери охорони здоров'я у нових універсальних методиках та нових діагностичних апаратах, що пропонують більшу кількість функцій та можливостей.

Запропонована методика полягає у можливості одночасного дослідження декількох сигнальних точок каналів меридіанів, що у свою чергу дасть можливість отримати більше інформації про роботу серця та покращити діагностику серцево-судинних захворювань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Електрокардіографія [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://medterms.com.ua/publ/obstezhennja/e/elektrokardiografija/73-1-0-922>
2. А.П. Баранов. Основы ЭКГ для клинициста. / А.П. Баранов А.В. Струтынский // – Школа электрокардиографии - 2004. – 71 с.
3. Cardiac Arrhythmias [Електронний ресурс] // Textbook of Cardiology. – 2013.
– Режим доступу до ресурсу: https://www.textbookofcardiology.org/wiki/Cardiac_Arrhythmias.
4. Голдбергер А. Л. КЛИНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ ПО ГОЛДБЕРГЕРУ / А. Л. Голдбергер, З. Д. Голдбергер, А. Швилкин. – Москва: ГЭОТАР-медиа, 2016. – (2).
5. Мурашко В. В. Электрокардиография / В. В. Мурашко, А. В. Струтынский. – Москва: МЕДпресс-информ, 2001. – (5).
6. ХАРАКТЕРИСТИКА ИММУННОГО СТАТУСА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИНДРОМАХ ТРАДИЦИОННОЙ КИТАЙСКОЙ МЕДИЦИНЫ У БОЛЬНЫХ РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ И БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ [Електронний ресурс] / [В. С. Ширинский, И. В. Ширинский, Д. В. Демина та ін.] // Cyberleninka. – 2007. – Режим доступу до ресурсу: <https://cyberleninka.ru/article/n/harakteristika-immunnogo-statusa-pri-razlichnyh-sindromah-traditsionnoy-kitayskoy-meditsiny-u-bolnyh-revmatoidnym-artritom-i>.
7. Shyang C. The meridian system and mechanism of acupuncture—A comparative review. Part 1: The meridian system / Chang Shyang. // 51. – 2012. – №4. – С. 506–514.
8. Shyang C. The meridian system and mechanism of acupuncture—A comparative review. Part 2: Mechanism of acupuncture analgesia / Shyang. // 52. – 2013. – №1. – С. 14–24.
9. Electroacupuncture Preconditioning Improves Myocardial Infarction Injury via Enhancing AMPK-Dependent Autophagy in Rats Qing Zeng, He He, Xian-Bao Wang, Yu-Qing Zhou, Hong-Xin Lin, Zhi-Peng Tan, Shang-Fei He, Guo-Zhi Huang Biomed

6. doi: 10.1155/2018/1238175

10. Електропунктурная диагностика по методу И. Накатани [Електронний ресурс] // Медичний центр "Клініка сімейної медицини". – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://ksm.dp.ua/News/Details?newsId=11078>.

11. Електропунктурна діагностика за методом Р.Фолля [Електронний ресурс] // Інститут травматології та ортопедії НАМН України – Режим доступу до ресурсу: <https://ito.gov.ua/poslugi/viddil-diagnostiki/elektropunktturna-diagnostika-za-metodom-r.follya.html>.

12. **Реєстрація**, обробка та контроль біомедичних сигналів : навчальний посібник / В. Г. Абакумов, З. Ю. Готра, С. М. Злепко та ін. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 352 с.

13. Кипенский А.В., Шамардина В.Н., Дейнеко Д.М. Электрокардиография: Учебно-методическое пособие. – Харьков, НТУ «ХПИ», 2002. – 52 с. – Рус. яз.

14. Коломієць Р. О. ОТРИМАННЯ ТА ОБРОБКА БІОСИГНАЛІВ Навчальний посібник для студентів спеціальності 163 - «Біомедична інженерія» / Р. О. Коломієць, Т. М. Нікітчук, Д. С. Морозов. – Житомир: Міністерство освіти і науки України Житомирський державний технологічний університет, 2017. – 232 с.

15. Д.К. Авдеева Новые возможности электрокардиографа на наноэлектродах для индивидуального применения с телекоммуникационным каналом / И.А. Лежнина, М.М. Южаков,. *Вестник науки Сибири*. – 2012. – Т 4, №5. – С. 55.

16. М.Ф. Терещенко, Г. С.Тимчик, М.В. Чухраєв, А.Ю. Кравченко, *Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої: монографія* . Київ.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. ISBN 978-966-622-874-4, <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25501>.

17. Голухова Е.З. В кн.: Бокерия Л.А., Голуховой Е.З. (ред.) Клиническая кардиология: диагностика и лечение. М.: Издательство НЦССХ им. А.Н. Бакулева; 2011

18. Shyang C. The meridian system and mechanism of acupuncture: A comparative review. Part 3: Mechanisms of acupuncture therapies / Shyang. // Taiwanese Journal

- of Obstetrics and Gynecology Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology. – 2013. – №52. – С. 171–184.
19. Soo-Byeong K. Development and Evaluation of a Bio-ion Measurement System on Acupoints for Meridian Diagnosis / K. Soo-Byeong, S. Tae-Min, L. Yong-Heum. // Journal of Acupuncture and Meridian Studies Journal of Acupuncture and Meridian Studies. – 2013. – №6. – С. 110–118.
20. Effects of electroacupuncture on cardiac and gastric activities in acute myocardial ischemia rats [Електронний ресурс] // World J Gastroenterol. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2773335/>.
21. Патент України №**135026** Спосіб комплексної діагностики та візуалізації тканини серця людини / Терещенко М. Ф., Грузинська О.Т., Чухраєв М.В., Шевченко В.В., Яковенко І.О // опубл. в бюл. № 11, 2019 р. 10.06.2019 р Заявка №u 201900445 від 16.01.2019р..
22. А.Ю.Вождаєнко, М.Ф. Терещенко, Н.В. Стельмах МОДЕЛЮВАННЯ РЕАКЦІЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ В РІЗНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СТАНА // Збірник праць XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні» 4-5 грудня 2018 р, Київ, ПБФ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», — 2018. — с. 251-254
23. А.П.Батурін, М.Ф. Терещенко, «РЕОГРАФІЧНІ ПОКАЗНИКИ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН ПРИ ДІЇ УЛЬТРАЗВУКУ» в Збірник праць XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні» 4-5 грудня 2018 р, Київ, ПБФ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», — 2018. — с. 243-246.
24. Матвієнко С. М. Вплив процесів конвекції в рідині на похибку вимірювання теплопровідності методом прямого підігріву термістора / Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко, А. М. Матвієнко // Наукові вісті НТУУ —КПІ. — 2017. — № 4. — С. 121–130.

25. Tymchik G. Investigation Thermal Conductivity of Biological Materials by Direct Heating Thermistor Method / G. Tymchik, S. Vysloukh, N. Tereshchenko, S. Matvienko. – 2018 IEEE 38th International Conference on ELECTRONICS AND NANOTECHNOLOGY (ELNANO), April 24-26, 2018, – Kyiv, Ukraine. – pp. 429-434.
26. Грузинська О.Т., Терещенко М.Ф. МЕТОД ЕЛЕКТРОКАРДІОЛОГІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ З РОЗШИРЕНИМИ ФУНКЦІЯМИ / Збірник праць XII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 15-16 травня 2019 р. – К. : ПБФ, КПП ім. Ігоря Сікорського, Центр учбової літератури. - 2019.-487 с., С. 298-301
27. Дорошук І.А., Терещенко М.Ф. Система стимуляції біологічних тканин з діагностикою / Збірник праць XII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 15-16 травня 2019 р. – К. : ПБФ, КПП ім. Ігоря Сікорського, Центр учбової літератури. - 2019.-487 с., С. 305-308
28. А.Т. Грузинская, Н.Ф. Терещенко , «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ СЕРДЦА» на 12-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов 17-19 апреля 2019 *Новые направления развития приборостроения*, Минск, БНТУ, 2019, с. 18-19.
29. И. А Дорошук , Н.Ф. Терещенко , Шевченко В.В., «Аппарат диагностики и электростимуляции биологических тканей» на 12-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов 17-19 апреля 2019 *Новые направления развития приборостроения*, Минск, БНТУ, 2019, с. 114-115.
30. Терещенко М.Ф. Біофізика: підручник / М.Ф. Терещенко, Г. С.Тимчик, І.О. Яковенко. - Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019.- 444 с. ISBN 978-966-622-942-0 <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27589>
31. Д.В.Плакса, М.Ф. Терещенко ,С.М. Матвієнко , «Моделювання та оцінка впливу надвисокочастотного випромінювання на біологічні тканини » , *Вісник НТУУ «КПІ»: серія Приладобудування*, -Вип. 56(2),– С.111-116, 2018.

32. Плакса Д.В., Терещенко М.Ф. Оцінка впливу надвисокочастотного випромінювання на біологічні тканини / Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія : Технічні науки. Том 29 (68) № 5, ч.1, 2018 с. 44-50.
33. Батурин А. Терещенко М.Ф. ВПЛИВ УЛЬТРАЗВУКУ НА РЕОГРАФІЧНІ ПОКАЗНИКИ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН ПРИ ФІЗІОТЕРАПЕВТИЧНИХ ПРОЦЕДУРАХ / Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія : Технічні науки». Том 29 (68) № 5, ч.1, 2018 с.33-38.
34. Терещенко М.Ф. Біофізика: практикум . / М.Ф. Терещенко, Г. С.Тимчик, І.О. Яковенко. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019.- 288 с. ISBN 978-966-622-952-9 <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/28227>
35. Біофізика: метод. вказівки до викон. лаборатор. робіт для студ. напряму підготов. 6.0909 «Прилади», 7.090905 «Медичні прилади та системи» приладобудівного ф-ту Метод. вказівки Уклад. Терещенко М.Ф., Стельмах Н.В., Осадчий О. Біофізика: метод. вказівки до викон. лаборатор. робіт для студ. напряму підготов. 6.0909 «Прилади», 7.090905 «Медичні прилади та системи» приладобудівного ф-ту , метод.вказівки К.: НТУУ «КПІ», 2008. -68 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25650>
36. Генезис біосигналів: метод. вказівки до викон. лаборатор. робіт для студ. напряму підготов. 0909 «Прилади» спец. 8.090905 « Медичні прилади та системи» Терещенко М.Ф. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/26438>
37. Акустичні медичні прилади: метод. вказівки до викон. курс. проекту та розрахунк.-граф. роботи для студ. напряму підгот. 6.051003- «Приладобудування» програми проф. спрямування «Медичні прилади і системи» Укл. Терещенко М.Ф., Г.С.Тимчик, І.О. Яковенко, Київ.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2016. -176 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25651>
38. Акустичні медичні прилади : метод. вказівки до викон. лаборатор. робіт для студ. напряму підготов. 6. 051003 «Приладобудування» Укл. Терещенко М.Ф., Г.С.Тимчик, В.Ю. Рудик,К.: НТУУ «КПІ», 2014. -124 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/26439>

39. Rudyk, V. Distribution of magnetic induction on inductors of the physiotherapy apparatus «МИТ-11Т» / V. Rudyk, M. Tereshchenko, T. Rudyk // Collected scientific papers «Perspective technologies and devices». – 2018, № 12 (1). – P. 138 - 141.
40. Терещенко М. Ф., Чухраєв М. В., Курлянцева А. Ю., Кравченко А. Ю. Вплив ультразвуку терапевтичних інтенсивностей на кластерну структуру дистильованої води// Вісник НТУУ «КПІ» серія Приладобудування.- 2016, №51.– С. 126 – 131.
41. Терещенко М.Ф. Оцінка впливу ультразвукового випромінювання на коагуляцію альбуміну / Терещенко М. Ф., Васько А. П., Чухраєв М.В., Шевченко В.В.//Вісник НТУУ «КПІ»: Серія приладобудування, Вип. 55(1)/ 2018 ,– С.132-137
42. Kyrylova, A., Tereshchenko, N., (2011) Estimation of ultrasound influence on biological tissue. XIII International PhD Workshop OWD 2011, Conference Archives PTETIS, (pp. 319—323). Wisla.
43. Терещенко М. Ф. Принципи побудови сучасних ультразвукових терапевтичних апаратів / М. Ф. Терещенко, А. В. Кирилова // Вісник НТУУ «КПІ». – 2010. - №40. – С.136-143.
44. Терещенко М.Ф. Оцінка впливу ультразвукового сигналу на біологічні тканини / Терещенко М.Ф., Кирилова А.В. // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування.-2010.-№39 .-С. 130-136.
45. Терещенко М. Ф. Дослідження параметрів впливу ультразвукового сигналу на біологічні структури / М. Ф. Терещенко, А. В. Кирилова // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування. – 2011. – №41. – С. 152-161.
46. Тимчик Г.С. Система температурного контролю в магнітотерапії / Г.С. Тимчик, М.Ф. Терещенко, В.Ю. Рудик // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2013. – № 1(87) – С. 111–116.
47. Терещенко М.Ф. Безконтактний температурний метод контролю впливу поля при магнітотерапії / М.Ф. Терещенко, В.Ю. Рудик // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2012. – Вип. 43. – С.147 –153.

48. Tymchik G.S. The temperature method of control in a magnetotherapy / G.S. Tymchik, M.F. Tereshchenko, V.U. Rudyk // XIV PhD Workshop OWD 2012, Wisla. - P. 318-324.
49. Kyrylova, A., Tereshchenko, N., (2011) Estimation of ultrasound influence on biological tissue. XIII International PhD Workshop OWD 2011, Conference Archives PTETIS, (pp. 319—323). Wisla.
50. Терещенко М. Ф. Безконтактний тепловий контроль роботи магнітотерапевтичної апаратури / М. Ф.Терещенко, В. Ю. Рудик // XI Міжнар. науково-техн. конф. “Приладобудування 2012: стан і перспективи”, 24–25 квітня 2012 р. – К.: НТУУ “КПІ”. – 2012. с. 193 – 194.
51. Цапенко В.В. Исследование параметров влияния электрических сигналов на эффективность введения фармакологических препаратов в биологическую ткань / В.В. Цапенко, Н.Ф. Терещенко // Новые направления развития приборостроения. Материалы 9–й Международной научно_технической конференции молодых учёных и студентов в 2 томах, 20 – 22 апреля 2016 г., г. Минск, БНТУ. – 2016. – Том 1. – с.135.